

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra mechaniky a strojnictví



Bakalářská práce

Historický vývoj konstrukce brzdových systémů nákladních
automobilů

Sargsyane Gayane

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Gayane Sargsyan

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Historický vývoj konstrukce brzdových systémů nákladních automobilů

Název anglicky

Historical development of construction of lorry cars brake systems

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je popsat historický vývoj konstrukce brzdových systémů nákladních automobilů a stanovit zásadní milníky, jež v kontextu doby tento vývoj ovlivnily.

Metodika

Student popíše v bakalářské práci historický vývoj konstrukce brzdových systémů nákladních automobilů v jednotlivých historických epochách a určí zásadní milníky jejich vývoje. V práci budou také uvedeny vnější faktory, které vývoj brzdových systémů nákladních automobilů ovlivnily.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Automobil, mechanika, stroj, technologie, agregát

Doporučené zdroje informací

PARISSIEN, Steven. The life of the automobile: the complete history of the motor car. New York: Thomas Dunne Books, St. Martin's Press, 2014. ISBN 9781250040633

VLK, František. Převody motorových vozidel. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 8023964631.

VLK, František. Stavba motorových vozidel: [osobní automobily, autobusy, nákladní automobily, jízdní soupravy, ergonomika, biomechanika, struktura, kolize, materiály]. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 8023887572.

ZACHARIÁŠ, Ladislav. Části strojů: učební texty. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2005. ISBN 80-213-1342-0.

Předběžný termín obhajoby

2021/2022 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. David Herák, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra mechaniky a strojnictví

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2021

doc. Ing. Pavel Neuberger, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2022

Oficiální dokument * Česká zemědělská univerzita v Praze * Kamýcká 129, 165 00 Praha - Suchbát

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Historický vývoj konstrukce brzdových systémů nákladních automobilů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze: 31.03.2023

.....

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé práce panu Ing. Davidovi Herákovi, Ph.D., za jeho vstřícný a pohotový přístup, věcné připomínky, praktické rady a čas, který mi věnoval při zpracování mé bakalářské práce.

Historický vývoj konstrukce brzdových systémů nákladních automobilů

Abstrakt

Cílem mé bakalářské práce je popsat historii brzdových systémů nákladních vozidel a stanovit milníky, které významně ovlivnily jejich vývoj. Práce je rozdělena do čtyř základních částí. První část se zabývá historií vzniku brzd. Druhá část je zaměřena na základní rozdělení brzdových soustav podle jejich účelů. Třetí část popisuje bezpečnostní asistenční systémy. A v poslední čtvrté části jsem stanovila milníky, které významně ovlivnily vývoj brzdových systémů.

Klíčová slova:

Automobil, mechanika, stroj, technologie, agregát

Historical development of construction of lorry cars brake systems

Abstract

The aim of my bachelor thesis is to describe the history of truck brake systems and to set milestones that have significantly influenced their development. The work is divided into four basic parts. The first part deals with the history of brakes. The second part focuses on the basic division of brake systems according to their purposes. The third part describes security assistance systems. And in the last fourth part, I set milestones that significantly affected the development of brake systems.

Keywords:

Automobile, mechanics, machine, equipment, unit

Obsah

Seznam použitých zkratek	2
1. Úvod	1
2. Cíl práce a metodika	2
3. Vývoj brzd	3
3.1. Historie brzd	3
3.1.1. Primitivní brzdy	3
3.1.2. Prehistorické časy brzd: dřevo a kůže	3
3.1.3. První automobil a rozšíření brzdové soustavy na 2 nápravy	4
3.1. Modernizace brzd	6
3.1.1. Bubnové brzdy	6
3.1.2. Kotoučové brzdy	7
3.2. Moderní brzdové systémy	8
3.2.1. ABS	8
3.2.2. ASR	9
3.2.3. ESP	9
3.2.4. Aktivní brzdové systémy	10
4. Rozdělení a detailní popis jednotlivých brzd a brzdových systémů	10
4.1. Pásová brzda	10
4.2. Bubnová brzda	11
4.2.1. Princip činnosti bubnových brzd	12
4.2.2. Vlastnosti bubnových brzd	12
4.2.3. Druhy bubnových brzd	12
4.2.1. Materiály hlavních dílů bubnové brzdy	14
4.3. Kotoučová brzda	14
4.3.1. Princip činnosti kotoučových brzd	14
4.3.2. Vlastnosti kotoučových brzd	15
4.3.3. Druhy kotoučových brzd	15
4.3.4. Materiály hlavních dílů kotoučové brzdy	16
4.4. Zpomalovací brzdy	16
4.4.1. Motorová brzda	17
4.4.1.1. Motorová brzda s klapkou ve výfukovém potrubí	17
4.4.1.2. Kompresní/dekompresní motorová brzda	18
4.4.2. Elektrodynamická brzda	19
4.4.3. Elektronická brzda vířivými proudy	20
4.4.4. Hydrodynamická brzda	20
4.5. Vzduchové brzdy	21
4.5.1. Konstrukce a princip funkce vzduchové brzdy	21
5. Hlavní bezpečnostní asistenční systémy a snímače	23
5.1.1. ABS	23
5.1.1.1. Základní části ABS	24
5.1.1.2. Princip fungování ABS systému	24
5.1.2. ASR	25

5.1.2.1.	Popis ASR.....	25
5.1.2.2.	Princip	26
5.1.2.3.	Motorová regulace ASR	27
5.1.2.4.	Brzdová regulace ASR	27
5.1.3.	ESP	27
5.1.3.1.	Princip ESP	28
5.1.3.2.	Nedotáčivost.....	28
5.1.3.3.	Přetáčivost.....	29
5.1.3.4.	Vyhýbací manévř.....	29
6.	Milníky historie konstrukce brzdových systémů.....	31
6.1.	8 000 let př. n. l. Vznik primitivních brzd	31
6.2.	1885 Vznik pásové a bubnové brzdy	31
6.3.	1902 Vznik patentu bubnových brzd	32
6.4.	1902 První zmínka o kotoučových brzdách	32
6.5.	1910 Obložení bubnových brzd umístěno uvnitř bubnové brzdy	32
6.6.	1929 První zmínka o ABS systému	32
6.7.	1955 Začátek sériového používání kotoučové brzdy	32
6.8.	1978 Začátek sériového používání systému ABS do vrcholových modelů	33
6.9.	1986 Začátek sériového používání systému ASR.....	33
6.10.	1994 Začátek sériového používání systému ESP	33
6.11.	2003 Uvedení na trh nejnovější verze ABS 8.0.....	33
6.12.	2006 Povinná výbava ABS ve všech nově vyrobených automobilech.....	33
7.	Závěr.....	34
8.	Seznam použitých zdrojů	35
9.	Seznam obrázků	37

Seznam použitých zkratk

Zkratky	Popis
NW	NesselsdorferWagenbau
ABS	Anti-block Brake System
ASR	Anti Skid Regulation
ESP	Electronic StabilityProgram
RTO	RámovýTrambusovýosobní
ASC	Authorized Support Center

1. Úvod

Z důvodu stále se zrychlující doby se už i v době před našim letopočtem začínaly objevovat primitivní povozy a bylo je třeba brzdit. S přibývajícimi roky se zlepšovaly vozy a zároveň s nimi i brzdná soustava až do dnešní doby, v které se k základním brzdám přidaly brzdné systémy, bez nichž si moderní automobily nedokážeme už ani představit.

Automobilová doprava má velmi důležité místo v životě lidí, ať už se jedná o nákladní, či osobní přepravu. Doprava je v dnešní době naprosto nepostradatelná pro každodenní přepravu zboží i lidí. Nejvíce využívají dopravu průmyslové nebo zemědělské podniky a v neposlední řadě také dopravní podniky přepravující cestující. Zjednodušeně řečeno, žádné ekonomické odvětví se neobejde bez dopravy.

Téma mé bakalářské práce je historický vývoj konstrukce brzdových systémů nákladních automobilu. Toto téma jsem si vybrala z důvodu, že brzdové systémy jsou nejdůležitější bezpečnostní prvek ve vozidlech a jejich vývoj má zásadní vliv na bezpečnost na pozemních komunikacích. Právě proto je vývoj brzdových systémů užitečnější pro nákladní vozidla, jelikož jsou několikanásobně těžší, než vozidla osobní a pro řidiče obtížněji ovladatelná. Zejména je důležitá co nejkratší brzdná dráha a stabilizace vozidla na vozovce.

Dále v této práci popisují průběh více než sta let vývoje a změn brzdových systémů. A také vnější faktory, které nejvíce ovlivnily jeho vývoj. Na základě tohoto zkoumání budou vytyčeny milníky ve vývoji brzdových systémů.

2. Cíl práce a metodika

Hlavním cílem této bakalářské práce je popsat historický vývoj konstrukce brzdových systémů nákladních automobilů v jednotlivých epochách a stanovit zásadní milníky, jež v kontextu doby tento vývoj ovlivnily.

Metodami, využitými v této práci jsou metoda, literární rešerše. Metoda literární rešerše umožňuje využití informací z vědeckých zdrojů, jakými jsou například odborné monografie a časopisy.

3. Vývoj brzd

V této kapitole se zmiňují úplné začátky brzd až po moderní brzdové systémy.

3.1. Historie brzd

Tato kapitola se věnuje úplnému vzniku brzd.

3.1.1. Primitivní brzdy

Úplný začátek brzd se datuje daleko před našim letopočtem. Údajně první zmínky se datují do doby kamenné, kde lidé začínali používat různé vozy a kočáry, které bylo potřeba brzdit. Nejdříve k brzdění stačila pouze lidská síla, ale postupem času bylo zapotřebí brzdit větší náklady na které už holá lidská síla nestačila.

Jako první se začínali používat tzv. brzdy parkovací byl to jednoduchý klín, který se strkal pod kola. [1]

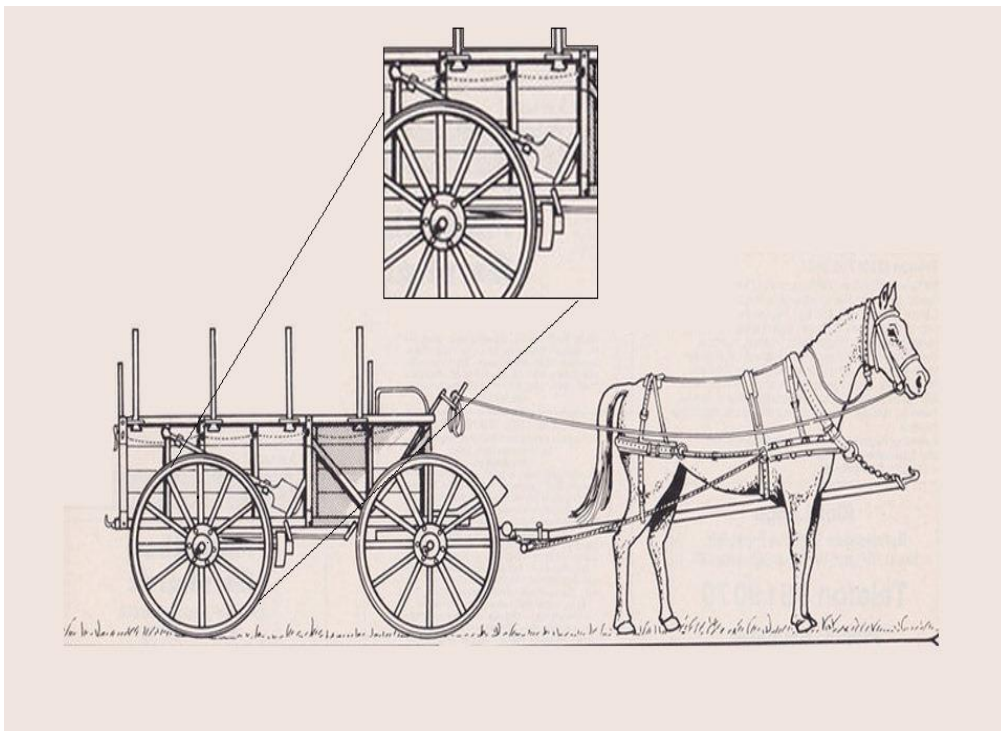
3.1.2. Prehistorické časy brzd: dřevo a kůže

První zmínky o brzdovém systému jsou datované do dávného prehistorického období, kdy byly zkonstruovány první tažné kolové povozy. Důležitost účinného brzdného systému, jednoduše řečeno „brzd“, byla definitivně potvrzena záhy po zkonstruování prvních kolových tažných povozů.

Kolové povozy tažené koňmi bylo jednoduché uvést do pohybu a zrychlit, avšak velmi obtížné bylo povozy koňmi zbrzdit, či povozy úplně zastavit. To vedlo ke vzniku jednoduchého ručního brzdného mechanismu, který fungoval na principu ruční páky a dřevěného špalíku, který se přitahováním páky přitlačoval k zadnímu kolu a zvyšoval tím tření působící na kolo (viz Obr. 1). To zároveň vedlo ke snižování rychlosti či úplnému zastavení.

Zvyšování třením dřevo o dřevo bylo účinné pouze za suchého počasí, v deštivém počasí byla účinnost tohoto mechanismu prakticky nulová. Vylepšení přinesla instalace dřevěných klínků s koženou podšívkou na obou stranách kol. Kožená podšívka dokázala zabránit prokluzu dřevěných kol a klínků za deštivého počasí a tím tak pomoci celý brzdový systém zefektivnit. [2]

Obr. 1.: Klínová brzda na zadní nápravě vozíku – klín se pákou přitlačí ke kolu [3]



3.1.3. První automobil a rozšíření brzdové soustavy na 2 nápravy

S příchodem prvních vozů se spalovacím motorem byly brzdové soustavy rozděleny na pásovou brzdovou soustavu u vozu Benz (1885) a klínovou brzdovou soustavu u vozu Daimler (1886). Takové brzdové systémy, ovládané soustavou pák, se nazývají mechanické. Byly používány jako funkční brzdové systémy na autech až do roku 1940.

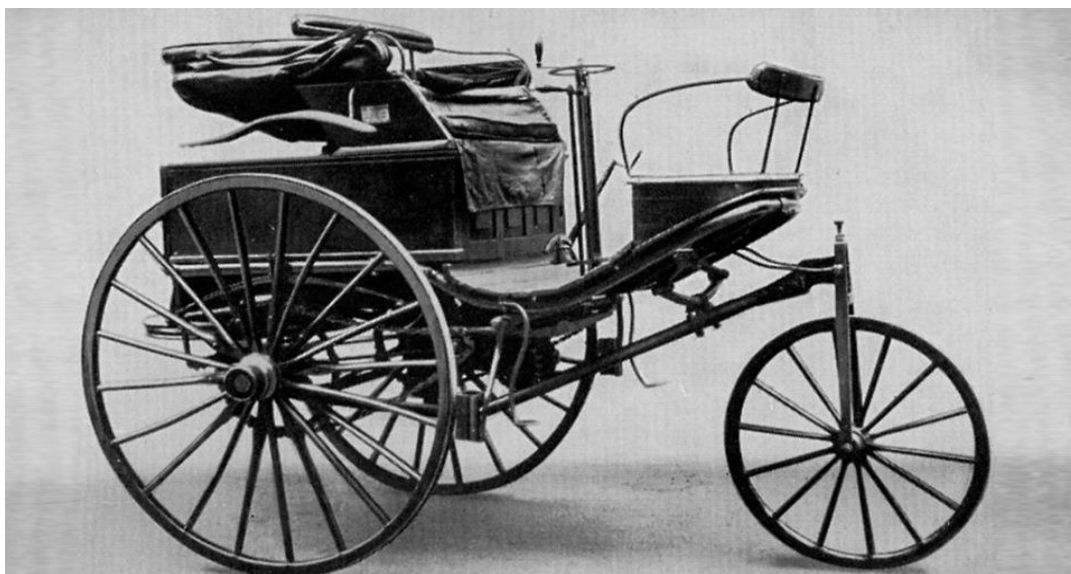
V prosinci 1883 Gottlieb Daimler a Karl Benz nezávisle na sobě vyvinuli rychloběžný spalovací motor. V roce 1885 Karl Benz registroval v Německu první auto na benzinový pohon na světě, Benz Patent-Motorwagen byl přijat v roce 1886.

Ve stejném roce 1886 Karl Benz obdržel patent na první motorový vůz, tím se otevřela nová cesta k vynálezu automobilu. Gottlieb Daimler společně se svým spolupracovníkem Wilhelmem Maybachem v roce 1885 postavili ve Stuttgartu první motocykl.

O rok později sestrojili jako první na světě čtyřkolové vozidlo se spalovacím motorem. Zároveň však netušili, že současně s jejich vynálezem prvního čtyřkolového vozidla vznikla také tříkolka Karla Benze. (viz

Obr. 2). [4] [5]

Obr. 2.: První trojkolový automobil poháněný benzínem. Brzdový systém: ruční páka [3]



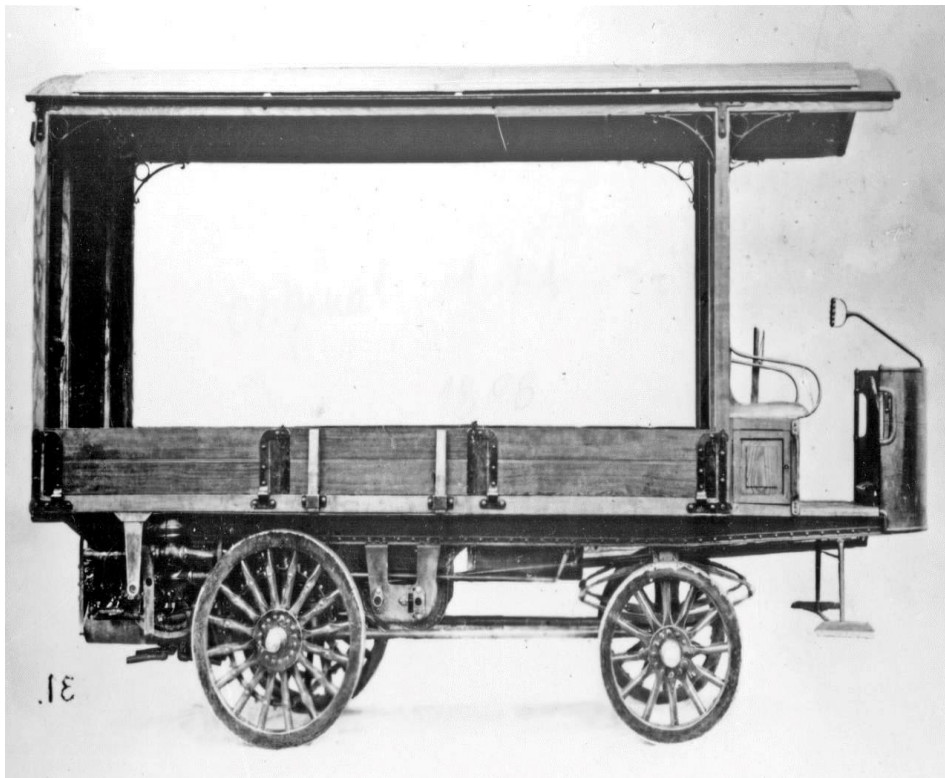
V roce 1896 byl postaven první nákladní automobil ve firmě GottliebDaimler Motorengeellschaft v Berlíně-Marienfelde. Základem tohoto vozidla byl model osobního automobilu s řemenovým pohonem a s dvouválcovým motorem typu Phoenix a měl přibližně 5 koňských sil. Velká poptávka na nákladní automobil se rychle rozrostla, zejména během první světové války (viz Obr. 3). [6]

Obr. 3.: První nákladní automobil z roku 1896 [7]



V Česku v roce 1898 byl vyroben jeden z prvních nákladních automobilů NW. Vyrobili ho v kopřivnické továrně NesselsdorferWagenbau-fabriks-gessellschaft A.G(NW) dnešní TATRA. Nákladní automobil NW měl trambusovou budku řidiče a měl čtyřválec o nosnosti 2,5t. Maximální rychlost tohoto vozu byla 15 km/h při spotřebě 4 litru benzínu na sto kilometrů. Provozní brzda byla pasová a byla na vstupním hřídeli převodovky. Brzda se ovládala pedálem z místa řidiče. Pomocí dřevěných špalíků brzda působila na ocelové obruče zadních kol (viz Obr. 4). [6]

Obr. 4.: První nákladní vozidlo NW [5]



3.1. Modernizace brzd

Tato kapitola popisuje další vývoj brzd, který také můžeme nazvat jako modernizace brzd, kde na začátku 20. století vznikly první prototypy současného brzdového systému.

3.1.1. Bubnové brzdy

V roce 1902 vyvinul a patentoval koncept „bubnových brzd“ Louis Renault zakladatel značky Renault. Nejprve se jednalo o bubnové brzdy s půlkruhovými čelistmi, jejichž podložky byly umístěny uvnitř dutého bubnu a přitlačovány k jeho vnitřnímu povrchu.

Dále byly na rozdíl od dřívějších konstrukcí (upevnění vně vozidla s menší účinností brzd) upevněny uvnitř rámu vozidla, což se stalo důležitým milníkem ve vývoji brzdových systémů. Tato forma bubnové brzdy se používá dodnes.

Od roku 1910 byly destičky bubnových brzd umístěny uvnitř bubnů. Nečistoty a prach přestaly být překážkou, podložky se opotřebovávaly mnohem pomaleji a byly silnější a mohly sloužit až 2000 km. Vývoj bubnových brzd byl mnohonásobně účinnější než dřevěné špalíky.

V dnešní době se u moderních nákladních vozů tento typ brzd moc nepoužívá, ale výjimkou jsou vozidla, která pracují v náročných podmínkách, kde se bubnové brzdy stále používají kvůli jejich dobré odolnosti vůči nečistotám. Na Obr. 5 můžeme vidět, jak vypadá starší varianta bubnové brzdy u nákladního automobilu. [8]

Obr. 5.: Konstrukce bubnové brzdy [9]



3.1.2. Kotoučové brzdy

Kotoučové brzdy byly známy již od 19. století, ale historie automobilových kotoučových brzd začala v roce 1902 i když byly známy ve skutečnosti dříve než bubnové brzdy. Jen v té době nebyly vhodné materiály – měděné destičky stlačující brzdový kotouč vydávaly silný hluk. To se podařilo snížit pomocí azbestového obložení, které se na takových brzdách používalo až do 80. let.

Bubnové brzdy si nechal patentovat William Lancaster, zhruba ve stejné době byla patentována i bubnová brzda. Kotoučové brzdy se začali používat u nákladních automobilů od přelomu osmdesátých a devadesátých let minulého století. [10]

Obr. 6.: Kotoučová brzda [11]



3.2. Moderní brzdové systémy

Současné brzdy jsou pouze modernizované bubnové a kotoučové brzdy. Tyto brzdy jsou doplněny o další aktivní prvky bezpečnosti, které popisuje tato kapitola.

3.2.1. ABS

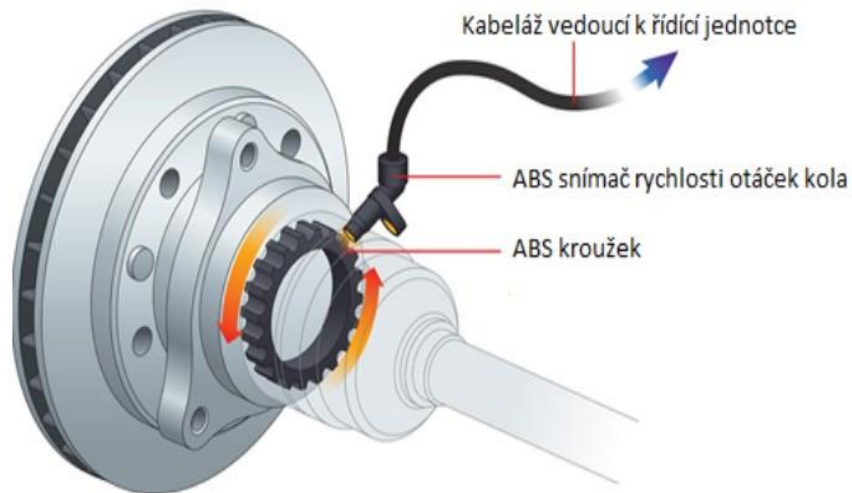
Brzdny systém ABS patří mezi přelomové a nejstarší aktivní bezpečnostní systémy zásadně ovlivňující brzdění vozidla. První náznaky systému ABS se datují do 20. let 19. století, kdy se používaly v letecké a železniční dopravě.

Nejvýznamnějším konstruktérem ABS byl Gabriel Voisin, který ho v roce 1929 rozvinul do dnešní podoby a to tak, že jako první ve svých návrzích použil setrvačnický a hydraulický ventil spojený s brzdovým systémem. Systém fungoval na základě následujícího principu: Setrvačnický ventil byl připevněn k bubnu na kole a otáčel se s ním. Pokud není žádný smyk, otáčí se buben a setrvačnický ventil stejnou rychlostí. Jakmile se kolo zastaví, buben s ním zpomalí.

Vzhledem k tomu, že setrvačnický ventil pokračuje v otáčení, byl ventil hydraulického potrubí mírně otevřen, čímž se snížila síla na brzdový buben. Takový systém se osvědčil jako stabilnější pro vozidlo, protože v případě smyku řidič instinktivně ještě více sešlápne brzdový pedál, místo aby se snažil brzdit přerušovaně. Tento vývoj zvýšil brzdovou účinnost o 30 procent.

V roce 1936 si systém patentovala firma Bosh, ale až v roce 1978 představila ABS 2S, který obsahoval hydraulický agregát a byl oddělen od řídicí jednotky. První použití tohoto systému bylo v roce 1980 u vrcholové řady Mercedes-Benz (ve spolupráci se společností Wabco). Následně se ABS začalo používat i pro nákladní automobily a autobusy. [12] [13]

Obr. 7.: Ukázka systému ABS [14]



3.2.2. ASR

ASR znamená protiskluzová regulace a jedná se o rozšíření systému ABS, která zabráňuje prokluzu kol při zrychlování vozidla. Systém ASR neustále monitoruje rychlost rotace kol a měření porovnává. Tyto údaje pochází ze senzorů již zmíněného systému ABS.

Pokud tyto údaje indikují, že kolo při zrychlení prokluzuje, na toto kolo systém aplikuje brzdnou sílu. K zbrzdění kol dochází za pomoci zpětného čerpadla brzdové kapaliny a přidavných solenoidových ventilů.

Tyto ventily a čerpadlo spolupracují při vytvoření a nastavení tlaku v brzdových okruzích. Kromě toho se může snížit točivý moment motoru, dokud se neobnoví trakce. První použití v sériových autech bylo od roku 1986. Stejně jako ABS první použití ASR bylo ve vozidlech značky Mercedes-Benz a později Volvo pod názvem ETC. [12] [13]

3.2.3. ESP

Elektronická stabilizace jízdy ESP. Umožňuje řidiči udržet auto pod kontrolou pomocí přibrzdování jednotlivých kol. Jelikož se systémy ABS, ASR, ETC osvědčili, tak se

začalo přemýšlet co dál by mohlo pomoci k lepší stabilizaci vozidla. První prototyp ESP vyvinul Mercedes v roce 1987 a v roce 1992 až 1995 vývojáři začali pracovat na sériové verzi tohoto systému. V roce 1994 byl systém namontován do vlajkových lodí automobilky Mercedes-Benz a od roku 1999 už byl používán ve všech verzích jejich automobilů. [15]

3.2.4. Aktivní brzdné systémy

Mezi nejmodernější brzdné systémy patří systém multikolizní brzdy, který zastaví auto při aktivování airbagu. Další systém, který do této kategorie spadá je systém MBA a HBA, kteří maximalizují brzdný účinek v krizové situaci jako poslední je asistent rozjezdu do kopce HHC, který usnadňuje rozjezd ve stoupání. [16]

4. Rozdělení a detailní popis jednotlivých brzd a brzdných systémů

Tato kapitola se věnuje detailnějšímu rozdělení a popisu brzd a brzdných systémů, které byly popsány v předešlých kapitolách.

4.1. Pásová brzda

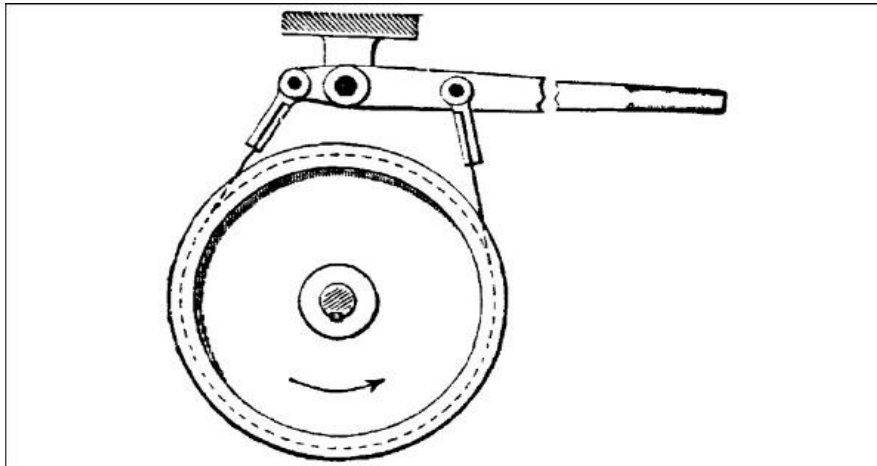
Na konci 90 let bratři Michelinové vyvinuli gumové pneumatiky u kterých se při brzdění měkká guma poměrně rychle opotřebovala. Inženýři proto museli hledat jiné způsoby, jak vozidlo zastavit. Problém zastavení gumových pneumatik byl vyřešen následovně: na kolo byl upevněn brzdový bubek. Vně bubnu byla upevněna a tažena kovová páska pomocí systému mechanických pák.

Aby řidič zpomalil, zatáhl za páku v kabině, páska se utáhla kolem bubnu a vůz se zastavil. Předpokládá se, že takový koncept pásového kabelu omotaného kolem bubnu vynalezl Daimler v roce 1899. Tento brzdový systém byl však značně nepraktický. Při stoupání do kopce se páska často rozmotávala a přestala kolo utahovat. Páska se navíc snadno přehřívala a rychle opotřebovávala.

Nečistoty a voda ze silnice se dostaly na otevřený mechanismus, takže tyto brzdy byly měněny každých 200-300 kilometrů. Doba pasových brzd byla krátká, většina výrobců automobilů přestala používat pásové brzdy před začátkem první světové války, i když tento typ brzd byl o něco lepší, než dřevěná špalíková brzda.

Jako příklad, můžeme uvést první motocykl, kde byla použita pasová brzda (viz Obr. 8 a Obr. 9). [15]

Obr. 8.: Schéma pásové brzdy [8]



Obr. 9.: Motocykl Daimler z roku 1885 [8]



4.2. Bubnová brzda

Jednou z nejvíce používaných brzd společně s brzdou kotoučovou je brzda bubnová. Bubnové brzdy fungují na principu tření. Nejdůležitější části bubnových brzd jsou (Obr. 10):

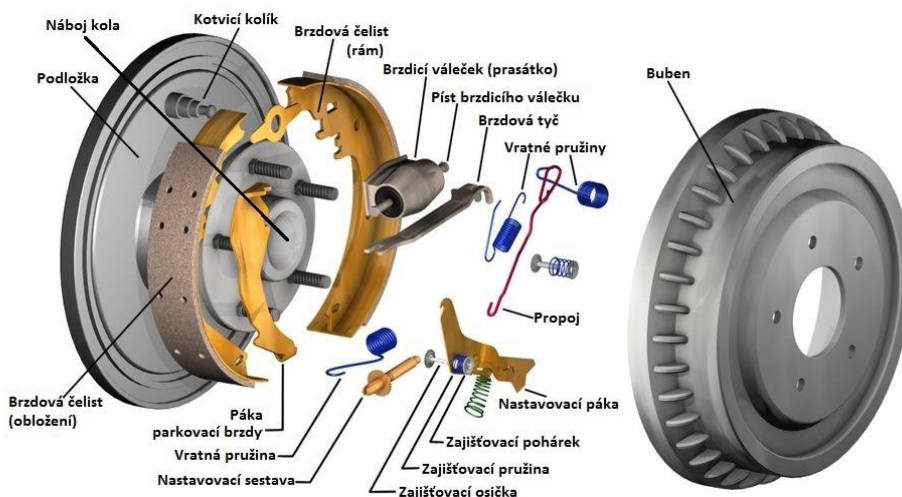
- Brzdový buben
- Brzdové čelisti
- Rozpěrné zařízení (Brzdící váleček, píst brzdícího válečku)
- Vratné pružiny
- Štít brzdy (podložka)

4.2.1. Princip činnosti bubnových brzd

Brzdový buben je pevně spojen s kolem a společně se otáčí. Na štítu brzdy jsou upevněny brzdové čelisti a části pro vytváření přitlačné síly. Štít se neotáčí a je pevně spojen s nápravou automobilu (nákladního či osobního).

Rozpěrné ústrojí přitlačuje brzdové čelisti na vnitřní plochu brzdového bubnu. Součástí brzdových čelistí je obložení a při přitlačení čelisti k bubnu vzniká tření a tím i potřebná brzdná síla. Přitlačná síla u nákladních vozidel je tvořena pneumaticky (stlačený vzduch) narozdíl od osobních vozů, kde se používá ovládání hydraulické. Na Obr. 10 jsou znázorněny jednotlivé části bubnové brzdy. [17]

Obr. 10.: Schéma bubnové brzdy [17]



4.2.2. Vlastnosti bubnových brzd

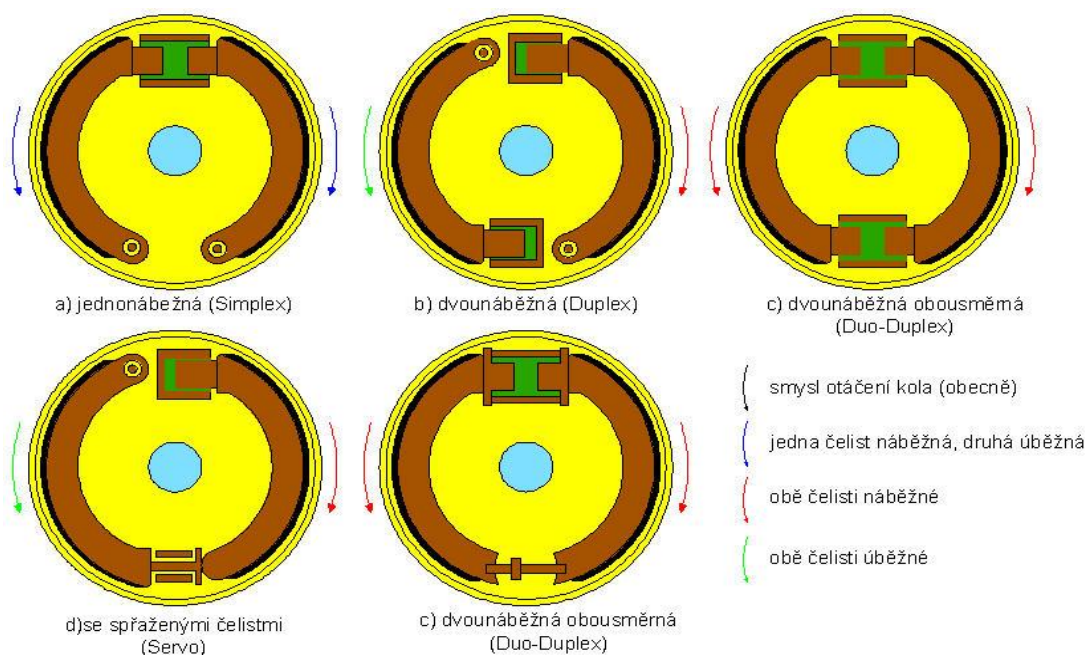
Mají samoposilující účinek, který může být poměrně velký a závisí na uspořádání brzdových čelistí. Tření je vytvářeno za pomoci momentu, který čelist přitlačuje k bubnu a tím posiluje její brzdný účinek. Při dlouhém brzdění dochází k abnormálnímu zahřátí brzd a nastává pokles brzdného účinku. [18]

4.2.3. Druhy bubnových brzd

Bubnové brzdy se dají rozdělit do 5 základních provedení. Rozdělení je vyobrazeno na Obr. 11. Kde jsou vidět zásadní rozdíly v jednotlivých brzdách.

- a) **Jednonáběžné (Simplex)** – Nejjednodušší typ bubnové brzdy, která je tvořena náběžnou a úběžnou brzdovou čelistí. Společné rozpěrné zařízení (váleček, rozpěrný klín nebo páka) vytváří pro obě čelisti přítlačnou sílu. Nevýhodou je nerovnoměrné opotřebení obložení. Brzdný účinek je stejný v obou směrech.
- b) **Dvounáběžná (Duplex)** – Při jízdě vpřed má brzda obě čelisti náběžné, a proto musí být rozpěrné zařízení pro každou čelist zvlášť. Nejčastěji se používají dva jednopístkové brzdové válečky, kteří současně slouží jako opěrka pro druhou čelist. Brzdný účinek je při jízdě vpřed vyšší než u jednonáběžné brzdy. V případě jízdy vzad pracují obě čelisti jako úběžné.
- c) **Dvounáběžná obousměrná (Duo-Duplex)** – Tato brzda funguje stejně jako brzda předchozí, ale má dvoupístkové brzdové válečky, díky kterým je brzdný účinek stejný v obou směrech.
- d) **Se spřaženými čelistmi (Servo)** – Skloubení čelistí zajistí, že na sebe působí navzájem. Při jízdě vpřed působí čelisti jako náběžné, a naopak při jízdě vzad jako úběžné.
- e) **Obousměrná dvounáběžná se spřaženými čelistmi (Duo – Servo)** – U tohoto typu brzdy se projevuje samoposilovací účinek, který je způsoben působením třecí síly a vytvořením momentu. Čelisti jsou spojeny pohyblivou opěrkou a pracují v obou směrech otáčení bubnu jako náběžné. Brzdný účinek je stejný při obou směrech otáčení. [18]

Obr. 11.: Druhy bubnových brzd [19]



4.2.1. Materiály hlavních dílů bubnové brzdy

Na brzdový buben jsou veliké nároky kvůli vysoké odolnosti proti otěru, stálost a tvar rozměrů bubnu a také materiál musí vést dobře teplo. Jako materiál se používá šedá nebo temperovaná litina, ocelolitina nebo slitiny lehkých kovů. Vnitřek bubnu je broušený, aby jeho rozměry byly co nepřesnější.

Brzdové čelisti se vyrábí do tvaru T, aby získaly potřebnou tuhost. Většinou jsou vyráběny z plechu nebo jako odlitky ze slitin lehkých kovů. Jsou speciálně tvarované, aby se do nich mohli přidělat nezbytné věci pro funkci. A jsou opatřeny brzdnou směsí. [18]

4.3. Kotoučová brzda

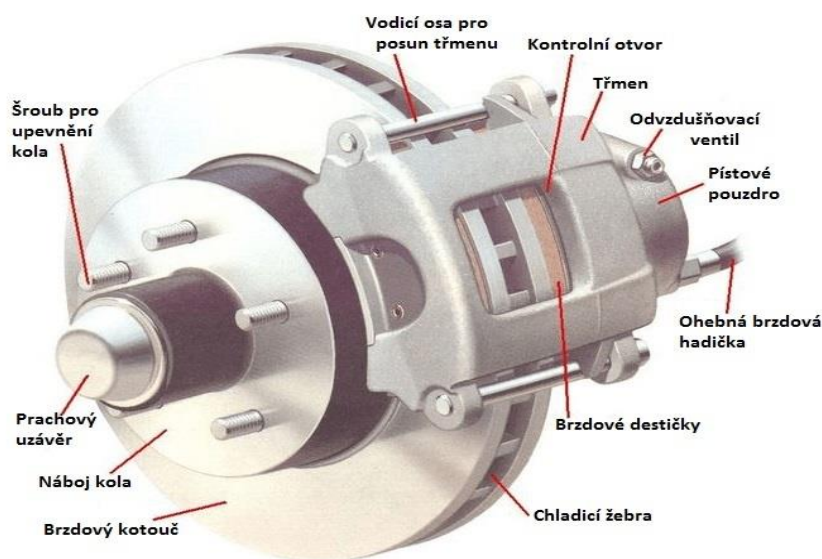
Kotoučová brzda postupem času nahrazuje brzdy bubnové. Hlavním důvodem, proč kotoučová brzda nahrazuje bubnovou je v lepším odvodu tepla, nemusí se složitě nastavovat, je lepší přístup k výměně brzdových segmentů. Hlavní části kotoučové brzdy jsou vyobrazeny na Obr. 12:

- Brzdový kotouč
- Třmen
- Brzdové destičky
- Píst

4.3.1. Princip činnosti kotoučových brzd

Přenos brzdné síly na kotoučovou brzdu je u nákladních automobilů stlačeným vzduchem. Při stlačení brzdového pedálu vznikne v okruhu tlak, který zatlačí na brzdový píst a ten následně tlačí brzdové destičky na kotouč. Podobně jako u bubnové brzdy, vzniká třecí síla a kotouč se zpomaluje. [20] [17]

Obr. 12.: Popis kotoučové brzdy [17]



4.3.2. Vlastnosti kotoučových brzd

Velkou výhodou kotoučových brzd je, že i při dlouhodobém brždění se součinitel tření téměř nemění a z toho to důvodu je i stálá brzdná síla.

Na rozdíl od bubnových brzd se nemusí nastavovat vůle v obložení u kotoučových brzd je toto nastavení samočinné.

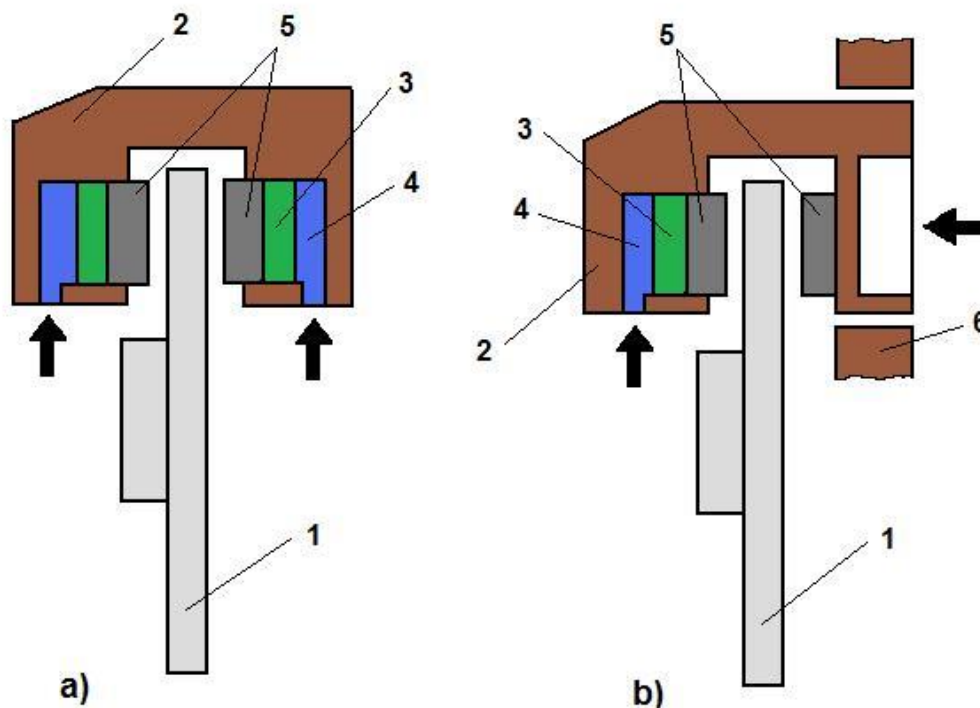
Brzdný účinek je na obě strany otáčení stejný.

Brzdové obložení se u kotoučových brzd rychleji opotřebí než u brzd bubnových, ale kontrola a výměna brzdových destiček je jednoduchá. [21]

4.3.3. Druhy kotoučových brzd

- a) **Kotoučová brzda s pevným třmenem** – Brzdy mohou být dvoupístkové nebo čtyřpístkové. Pevný třmen obepíná kotouč a tlačí na brzdové destičky z obou stran stejně. Provedení s pevným třmenem je vidět na Obr. 13.
- b) **Kotoučová brzda s plovoucím třmenem** – Na rozdíl od kotoučových brzd s pevným třmenem mají menší rozměry a nižší hmotnost. Pístek je umístěn pouze na jedné straně brzdy. Držák brzdy je pevně spojen s některou částí zavěšení kola. Třmen je vodícími pouzdry posuvně uložen na vodících čepech a držáku brzdy a v něm jsou umístěny brzdové destičky. Provedení s plovoucím třmenem je vidět na Obr. 13.

Obr. 13.: a) kotoučová brzda s pevným třmenem b) kotoučová brzda s plovoucím třmenem [21]



4.3.4. Materiály hlavních dílů kotoučové brzdy

Brzdový kotouč se vyrábí z temperované litiny nebo ocelolitiny, která obsahuje legující prvky. U závodních automobilů se používají i karbon-keramické brzdy, tyto materiály se u nákladních aut nepoužívají, protože jsou drahé a zbytečné. U více namáhaných brzd se používají kotouče s vnitřním chlazením.

Destičky se vyrábí z více typů materiálů. Nejstandardnější jsou tzv. organické brzdové destičky, které se vyrábí ze směsi Kevlaru, skla, uhlíku, gumy, sklo.

Třmeny jsou většinou vyrobeny z odlitku litiny. [22]

4.4. Zpomalovací brzdy

Princip zpomalovací brzdy je bez opotřebení dílů kolových brzd, měnit pohybovou energii vozidla na tepelnou. Tento typ brzd nedokáže vozidlo zcela zastavit, pouze zvyšují odpor na kolech hnací nápravy.

Tento druh brzdy se používá u nákladních vozidel jako odlehčovací brzda při sjíždění dlouhých kopců. Výhodou této brzdy a hlavní důvod, proč se tato brzda používá je, že se neopotřebovávají komponenty hlavních brzd.

Zpomalovací brzdy lze rozdělit do čtyř typů:

- motorová brzda
- výfuková brzda
- elektrodynamická brzda
- hydrodynamická brzda

4.4.1. Motorová brzda

Motorová brzda neboli brzda výfuková. Je jednou z typů zpomalovacích brzd používá se výhradně jen u nákladních automobilů a autobusů. Tento typ brzdy funguje pouze při zařazeném rychlostním stupni a nevypružené spojce. Aby brzda fungovala musí být zachováno mechanické spojení brzdného účinku motoru a hnacích kol. Jednoduchá a ekonomická forma motorové brzdy je umístění klapky ve výfukovém potrubí. V dnešní době se často setkáváme s dražší a složitější konstrukcí tzv. dekompresní brzdy. V režimu brzdění motorem je také přerušeno přívod paliva. Motor při kompresním zdvihu stlačuje nasátý vzduch, který se při expanzním zdvihu dále rozpíná, ale ve výsledku je nižší o mechanickou účinnost motoru. Motorové brzdy jsou nejen spolehlivé, ale i poměrně jednoduše zkonstruované. [23]

Dělení motorových brzd v závislosti na konstrukci:

- Motorová brzda s klapkou ve výfukovém potrubí
- Kompresní/dekompresní motorová brzda

4.4.1.1. Motorová brzda s klapkou ve výfukovém potrubí

Nejjednodušší princip je přidání klapky na výfukové potrubí. Při zavření klapky se zpomalí klikový mechanismus motoru, zároveň se do válců nedodává žádné palivo. Tím pádem se do výfukového potrubí vytlačuje pouze vzduch a ten se vrací zpátky výfukovými ventily zpět do válců. [24]

Brzdící účinek tzv. decelerace, je vyvolán ztrátami, které vznikají při tření motoru, následně ve výfukovém systému tento účinek ještě více podporuje konstrukce ovladatelné zábrany (klapka nebo šoupátko), která nesmí být příliš těsná, protože musí být umožněn minimální průtok spalin nebo vzduchu z motoru. Pokud by zábrana ve výfukovém potrubí byla příliš těsná, mohlo by dojít k nežádoucímu poškození motoru:

- a) porušení těsnících prvků výfukového potrubí
- b) poškození součástí klikového mechanismu.

Ovládaní řidičem:

- mechanicky
- elektropneumaticky
- elektronicky

Brzdící účinek se zvyšuje zvýšením odporu při odchodu výfukových spalin nebo nasátého vzduchu z motoru. Podmínkou pro tento jev je zařazený rychlostní stupeň, dlouhé klesání vozovky a uzavření dodávky paliva do spalovacího prostoru motoru.

Na přiloženém Obr. 14 je vidět konstrukce výfukové klapky pro nákladní automobily značky Tatra. Jak již bylo zmíněno výše. Systém motorových brzd není složitý, ale využitelnost tohoto systému je velká. Oproti automobilů, kde se tento systém nepoužívá má u nákladních automobilu široké využití při dlouhých cestách, kde šetří opotřebování hlavního brzdného systému. [23]

Obr. 14.: Klapka výfukového potrubí [23]



4.4.1.2. Kompresní/dekompresní motorová brzda

Na rozdíl od klapky je tento princip složitější a zasahuje do časování rozvodu výfukových ventilů. Na konci komprese se pootevírají výfukové ventily a upuštěním vzduchu do výfukového potrubí, motor klade větší odpor a více brzdí. Dříve bylo otevírání výfukového ventilu docíleno mechanicky od palce vačky vstřikovače, jehož vrchol je na

konci komprese. U modernějších nákladních automobilů je přidán speciální ventil jen pro účel brzdění nebo speciálně upravenou konstrukci ovládní výfukových ventilů.

Je možné brzdny výkon zvýšit pomocí řízeného turbodmychadla, které se elektronicky nastaví v režimu brzdy na maximální dodávku vzduchu. Dekompresní brzda se dá ovládat v několika stupních, záleží na jízdni situaci. Dekompresní brzda má výkon cca až 2/3 maximálního výkonu motoru. Na Obr. 15 je znázorněna dekompresní brzda, která se spojena s klapkou výfuku. Snižuje opotřebenění komponentu až o 30 %. Tento typ má patentována firma IVECO. [24] [25]

Obr. 15.: Dekompresní brzda motoru IVECO [23]



4.4.2. Elektrodynamická brzda

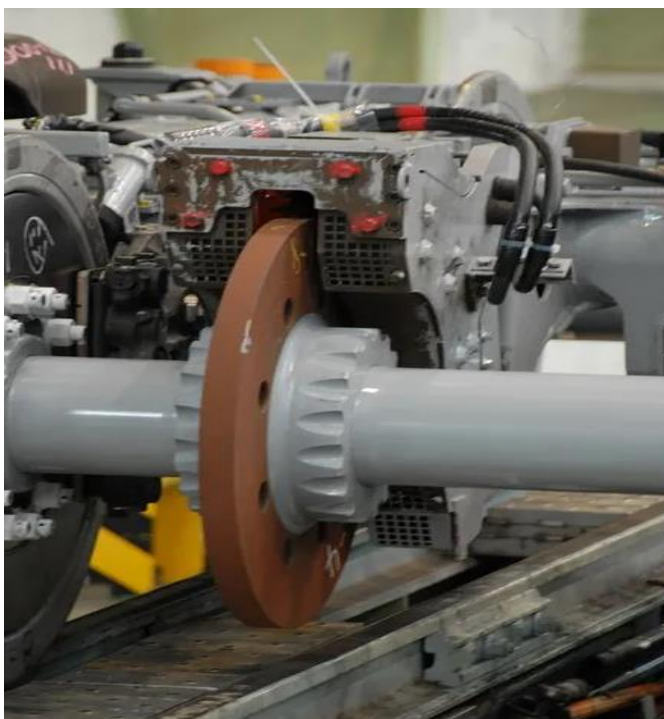
Tento typ brzdy je ojedinělé technické zařízení, které umí měnit pohybovou energii na elektrickou. Vyrobená elektrická energie může být zmařena v odporních nebo kotoučových vířivých brzdách. Nebo také může být dále rekuperována zpět do napájecí sítě. Elektrodynamická brzda může mít podobnou konstrukci jako elektromotory. Stejně jako brzda motorová se tento typ brzd používá pouze u nákladních vozidel, autobusů a trolejbusů. [24]

4.4.3. Elektronická brzda vířivými proudy

Brzda má konstrukci kovového kotouče a elektromagnetů. Elektrický proud se přidává do cívek na statoru čímž vzniká silné magnetické pole. Toto magnetické pole působí na rotující se ocelový kotouč, který je pevně spojen s hnacím hřídelem nápravy. Kovový kotouč je zpomalován pomocí vířivých proudů, který kotouč zahřívají. Při rostoucí teplotě kotouče dochází k zmenšení brzdného účinku, proto se musí kotouč dobře chladit. Lepší chladící účinky kotouče zajistí žebra, která zvětší chladící plochu kotouče.

Na Obr. 16 je znázorněna brzda s vířivými proudy, která se používá u vysokorychlostních vlaků. Princip použití u nákladních automobilů je stejný. [24]

Obr. 16.: Brzda s vířivými proudy [26]



4.4.4. Hydrodynamická brzda

Hydrodynamická brzda je zařízení, které přeměňuje kinetickou energii kapaliny na tepelnou v uzavřeném prostoru. Podobný princip jako u hydrodynamické spojky, avšak s tím rozdílem, že má zablokované turbínové kolo. Velká výhoda je minimální opotřebení brzd a prakticky se nepoškodí.

Konstrukce:

- stator, který tvoří skříň brzdy
- rotor (čerpadlo), otáčí se uvnitř statoru a je poháněn hnacím hřídelem
- rotor i stator je opatřen lopatkami
- brzdné médium je většinou hydraulický olej

Princip činnosti:

Rotor tlačí kapalinu a ta odstředivou silou působí na stator, kde vzniká brzdný účinek a opět se vrací k rotoru – má snahu stator roztočit. Stator je nepohyblivý a díky tomu činnost rotoru zpomaluje a brzdí. Kapalina se obíhá mezi rotorem a státorem zahřívá a musí být chlazena. Brzdný účinek se dá měnit plynule změnou množství náplně brzdy. Brzda je umístěna na hnacím hřídeli vozidla jako sekundární retardér, dále může být umístěna přímo ve skříni převodovky jako (intardér). [23]

4.5. Vzduchové brzdy

U osobních automobilů se používají brzdy hydraulické, protože osobní automobily stlačený vzduch nemají. U nákladních aut se používají brzdy vzduchové. Oproti brzdám hydraulickým mají větší spolehlivost a pro se primárně u nákladních automobilů používají. V současné době se používá tzv. duální vzduchový brzdový systém. Jeho velkou výhodou a důvodem proč se používá je, že když jeden systém selže, tak druhý bude fungovat. Nevýhodou je delší čas brzdění. [27]

4.5.1. Konstrukce a princip funkce vzduchové brzdy

Řidič pomocí pedálu ovládá brzdíč, který řídí účinnost brzdění vpouštěním tlakového vzduchu ze vzduchojemu do brzdových válců.

Vzduchová brzda je spolehlivá a pro nákladní automobily ideální zároveň její konstrukce a části jsou složité. Proto v následujících krocích je popsána konstrukce a princip jednotlivých částí: [24] [27]

a) Výroba a uskladnění stlačeného vzduchu – slouží k výrobě a uskladnění stlačeného vzduchu

- **Vzduchový filtr** – Slouží k čištění nasávajícího vzduchu z okolí. Čistí vzduch od mechanický nečistot, aby se nepoškodili další prvky v systému (kompresor, ventily, membrány, ...)

- **Kompresor** – Nasává vzduch přes filtr a vytváří vzduch pod tlakem. Pohon kompresoru je veden nejčastěji ozubeným soukolím od motoru
- **Vysoušeč vzduchu** – Vlhkost vzduchu je nežádoucí v brzdovém systému, proto vzduch jde přes vysoušeč, který vlhkost absorbuje.
- **Regulátor tlaku** – Je důležitý pro omezení tlaku v brzdové soustavě, aby se nepoškodila. Běžně je v systému 800-900 kPa. Přebytečný tlak je pak upouštěn do ovzduší.
- **Pojistný ventil** – Slouží pro rozvod vzduchu to jednotlivých okruhů
- **Vzduchojemy** – Slouží pro zásobu stlačeného vzduchu. Jednotlivé okruhy, jako jsou přední, zadní, parkovací brzdy mají vlastní vzduchojemy.
- **Tlakoměry** – Slouží pro přehled o tlaku vzduchu v okruzích
- **Potrubí a hadice** – Používají se k propojení jednotlivých částí systému.

b) **Parkovací a provozní brzdění – brzdící okruhy** – skládají se z několika částí, které slouží k ovládání brzd

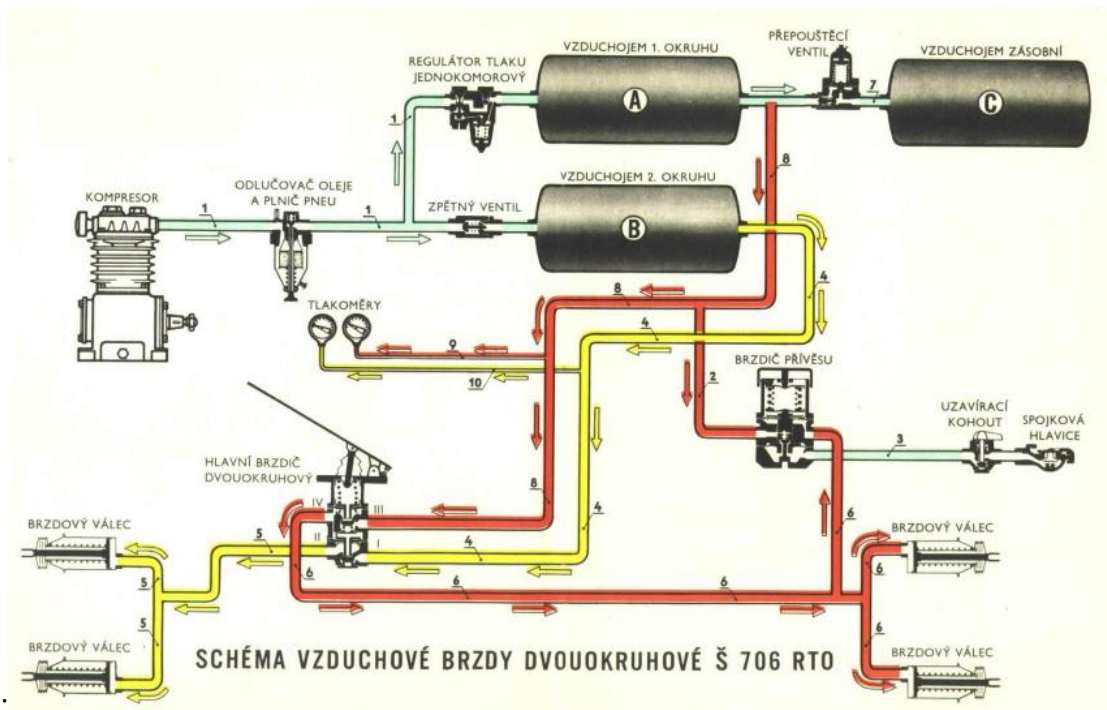
- **Ruční ventil parkovací brzdy** – Ručním překlopením do polohy zabrzděno dojde k vypuštění tlaku vzduchu z komory.
- **Dvouokruhový pedálový brzdič** – Podle síly sešlápnutí pedálu dojde ke vpuštění určitého tlaku vzduchu do jednotlivých okruhů provozního brzdění.
- **Zátěžový regulátor** – Tlak vzduchu se úměrně zvyšuje se zátěží vozidla.
- **Brzdič přívěsu či návěsu** – Přívod stlačeného vzduchu do plnicí větve přípojného vozidla i do brzdící větve řídí brzdič přívěsu umístěný na tažném vozidle

c) **Princip činnosti pružinového vzduchového brzdového válce**

- Princip pružinového válce spočívá ve dvou pružinách, kde jedna má větší sílu než druhá. Pokud, komory nejsou naplněny tlakovým vzduchem, pak slabší pružina je přetlačena silnější a tím dojde k posunutí obou pístů a tento pohyb se přenesou na vlastní mechanismus brzdy. Stlačený vzduch slouží k odbrzdění brzdy a pro provozní brzdění během jízdy.

Na Obr. 17 je znázorněno schéma vzduchové brzdy z roku 1960 z autobusu Škoda 706 RTO, který měl stejné provedení brzd jako nákladní automobily. [24] [27]

Obr. 17.: Schéma vzduchové brzdy [24]



5. Hlavní bezpečnostní asistenční systémy a snímače

V dnešní době jsou vozidla vybavena mnoha bezpečnostními systémy a asistenty, které pomáhají řidičům rychle a adekvátně reagovat v nebezpečných situacích. Mezi tyto systémy patří například senzory, které monitorují okolí vozidla a umějí rozeznat blížící se nebezpečí. Tyto informace zpracovávají a vyhodnocují počítačové systémy, které dokáží zareagovat několikanásobně rychleji, než samotný řidič a mnohdy tak zabránit dopravním nehodám s tragickým koncem. V této kapitole budeme rozebírat základní bezpeční systémy nákladních automobilů. [22]

5.1.1. ABS

Často v kritických situacích, kdy řidič musí prudce brzdit, dochází k zablokování kol. Na kluzkém povrchu vozovky brzdový systém pro rychlé zastavení auta nebo prudké snížení rychlosti často končí přesně opačným výsledkem. Kola v autě se zablokují, ztratí se trakce, ale auto nezpomalí, a tím dochází ke ztrátě stability.

Bez ABS systému sice může dojít k blokování, ale vozidlo už není dále ředitelné a může se dostat do smyku. A proto existují protiblokovací systém ABS blokování kol a tím snižuje riziko smyku. [20]

5.1.1.1. Základní části ABS

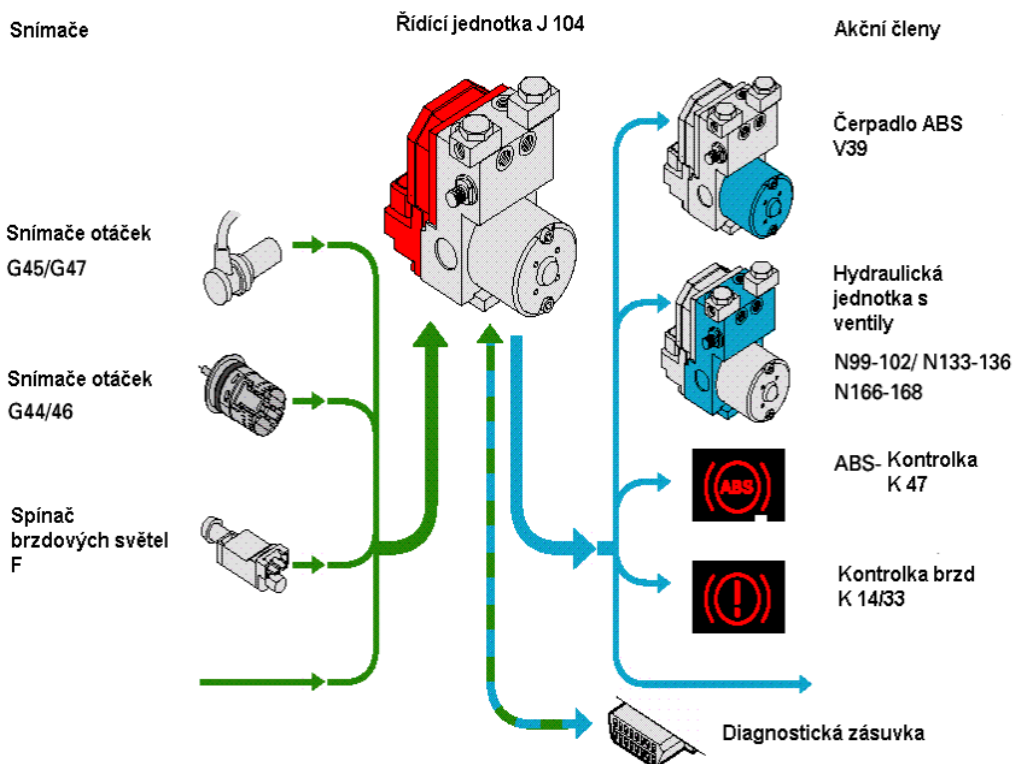
Každá část systému se dělí na několik základních částí.

Snímače otáček jednotlivých kol: registruje rychlost, po jejímž překročení je přenášený signál vyhodnocen, řídicí jednotka, která na základě přijatých dat ovlivňuje velikost příslušné brzdné síly

elektronická řídicí jednotka: provádí výpočet, kontrolu, regulace a varování o systémových chybách či poruchách.

hydraulická jednotka: převádí příkazy řídicí jednotky a podle jejích pokynů bez ohledu na řidič reguluje tlak ve válcích kol. [20]

Obr. 18.: Základní části ABS [28]



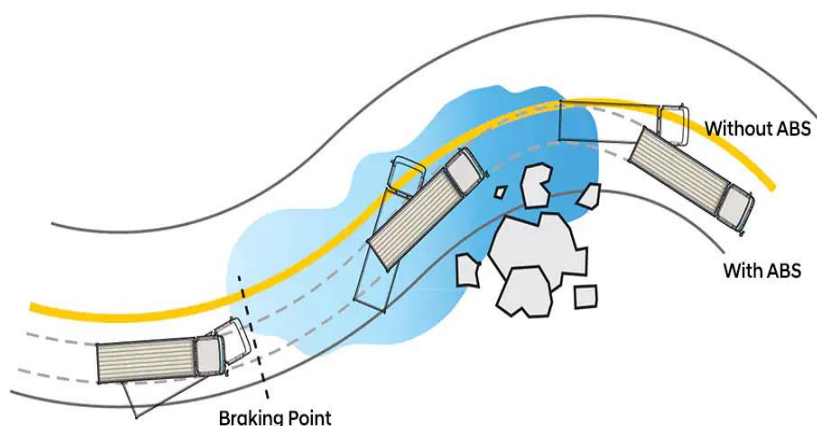
5.1.1.2. Princip fungování ABS systému.

System zabraňuje zablokování kol během brzdění automatickým nastavením brzdné síly ve třmenech, aby se kola nezablokovala. Pokud se kolo zablokuje, ztratí se přilnavost mezi pneumatikou a vozovkou a vůz se stane neovladatelným. Auto by nešlo řídit

otáčením volantu. Každé kolo má svůj vlastní snímač rychlosti, který dává řídicí jednotce informace o rychlosti každého kola. Pokud řídicí jednotka obdrží signál, že je kolo zablokováno, krátce sníží tlak v brzdovém systému a tím kolo znovu nastartuje.

Systém ABS může uvolnit kolo 12-16 krát za sekundu, a tak zajistit relativně konstantní rotaci kola a řízení (viz Kammův kruh pro ovládání vozidla). Při prudkém brzdění udržuje systém ABS brzdovou sílu na hranici trakce tím, že zablokuje kolo a poté jej rychle uvolní, dokud se vozidlo nezastaví. [12] [20]

Obr. 19.: Chování nákladního automobilu při kritické situaci (s ABS a bez ABS) [12]



5.1.2. ASR

Systém protiskluzové regulace ASR (z anglického Anti SkidRegulation), má za úkol především zajistit stabilitu a říditelnost vozidla při jeho zrychlení tak, aby nedocházelo ke ztrátě adheze pneumatik s povrchem a ke smýkání poháněných kol, což by mohlo vést k nebezpečnému stáčení vozidla a ke ztrátě kontroly řidiče nad vozidlem při jeho náhlém zrychlení. [20]

5.1.2.1. Popis ASR

Systém ASR byl vyvinut na základě brzdového systému ABS, kde tyto dva společně fungující integrované systémy zajišťují bezpečnou stabilitu a ovladatelnost vozidla při ztrátě adheze kol, a to jak při prudkém zrychlení, tak i při prudkém brzdění.

Na základě této integrace, je princip snímání velmi podobný jako u systému ABS. Když se točivý moment motoru zvýší, zvýší i hnací točivý moment na kolech vozu. Pokud je koeficient tření dostatečně vysoký, pak auto zrychluje bez ztráty adheze. V opačném případě, při nízkém koeficientu tření začne kolo prokluzovat, tzn. velikost boční síly klesá a vozidlo se stává neovladatelným.

Úkolem ASR je snižovat prokluz kol v důsledku řízení hnacího momentu převáděného na kola a ovládání brzd pomocí ABS. Mercedes-Benz a také BMW vyráběly vozy s pohonem zadní nápravy a oblíbenými vysoce výkonnými motory umístěnými vpředu, což mělo za následek, že lehčí zád' vozu se při prudkém zrychlení stávala neovladatelnou a vozidlo se lehce dostávalo do smyku. Na základě tohoto se dá konstatovat, že využívání systému ASR (u BMW ASC) bylo u těchto konstrukcí vyloženoou nutností. [20]

5.1.2.2. Princip

Úkolem systému je na základě kontroly trakce zabránit prokluzu kol a zajistit tak lepší ovladatelnost vozidla při zrychlení. Princip systému ASR funguje na základě údajů pořízených ze snímačů rychlosti otáček všech kol (společné pro systém ABS), které řídicí jednotka (jednotka ABS rozšířená o systém ASR) neustále porovnává a následně vyhodnocuje, zdali některé z kol nezačíná prokluzovat, aby nedocházelo ke ztrátě trakce kol a ke smyku vozu. Princip je podobný jako u systému ABS. Funkce systému ASR a jeho regulace v je odlišná od ABS v tom, že systém ASR blokuje prokluz kol při zrychlení, zatímco ABS při brzdění. [20]

Účelem regulace je zabránit nebo alespoň snížit prokluz kol při akceleraci vozidla v následujících situacích:

- vozovka s námrazou na jedné nebo druhé straně vozidla
- při akceleraci v zatáčce
- při jízdě do kopce (vozidla s pohonem předních kol)

Kromě toho napomáhá systém ASR k:

- Snížení opotřebení pneumatik a převodovky v důsledku prokluzu
- přizpůsobit výkon motoru pro bezpečný a plynulý průjezd zatáčkou
- zvyšuje celkovou bezpečnost při provozu na pozemních komunikacích

5.1.2.3. Motorová regulace ASR

U zážehových motorů může být regulováno vstřikování paliva, zapalování a poloha škrtkící klapky. Z hlediska pohodlí, zatížení motoru a složení výfukových plynů má zásah do plnění palivem přes škrtkící klapku nejvíce výhod. Nevýhoda tohoto brzdění je daná relativně pomalou reakční dobou může být odstraněna přidavným zásahem do vstřikování a do zapalování.

U vznětových motorů se mění množství vstřikovaného paliva. Snížení dávky paliva lze uskutečnit několika způsoby. Jsou to např. elektronicky ovládaný plynový pedál, nebo ovládání vstřikovacího čerpadla. [20]

5.1.2.4. Brzdová regulace ASR

Brzděním hnacích kol je dosažena nejkratší možná doba regulace rychlostí otáčení poháněných kol. Při nárůstu brzděného tlaku je bezprostředně ovlivňován skluz hnacího kola. U vozidel, které mohou regulovat točivý momentu motoru a tím tak brzdit bez použití brzdového systému (nákladní vozy a autobusy), je brzdění kol rychlým doplňkem pro lepší stabilitu a říditelnost. [20]

5.1.3. ESP

Elektronický stabilizační systém pomáhá řidiči předcházet smyku nebo jej kompenzovat. Nejznámějším příkladem elektronického stabilizačního systému je ESP. Dnes existuje mnoho různých výrobců a značek, ale princip fungování je založen na jedné myšlence. Jeden z prvních a zároveň nejpoužívanějších elektronických stabilizačních systémů se nazývá ESP, je to zkratka pro anglický název Electronic Stability Program.

Díky cíleným zásahům do řízení pomáhá ESP řidiči zvládat některé kritické jízdní situace. Když je detekován nestabilní stav vozidla, systém ESP se automaticky aktivuje. ESP stabilizuje vozidlo prostřednictvím řízeného brzdění a zásahů do řízení motoru a převodovky. ESP také využívá další elektronické systémy podvozku, jako je ABS a smykové systémy.

ESP je vyžadováno že od 1. listopadu 2011 musí mít podle nařízení Evropské komise každý nový homologovaný vůz nainstalovaný elektronický stabilizační program. Od roku 2014 musí být tento systém v každém nově prodávaném voze, tzn. ve voze, který byl homologován před stanoveným datem. [29]

5.1.3.1. Princip ESP

Pro správnou reakci v kritické situaci musí ESP znát odpovědi na dvě základní otázky. Kam řidič míří a kam vlastně jede vozidlo? Pro zodpovězení těchto otázek je systém vybaven řadou senzorů:

- Snímač natočení volantu
- Snímač otáček všech kol
- Snímač podélného a příčného zrychlení
- Snímač rotační rychlosti
- Snímač tlaku brzdové kapaliny
- Snímač polohy plynového pedálu

Snímač úhlu natočení volantu, snímač tlaku hlavního válce a snímač polohy plynového pedálu odpovídají na první otázku, kam řidič míří. Odpověď na druhou otázku, kudy se vozidlo skutečně pohybuje, pomáhá určit měřič příčného a podélného zrychlení ve spojení se snímači otáčivé rychlosti vozidla a snímači otáčení kol.

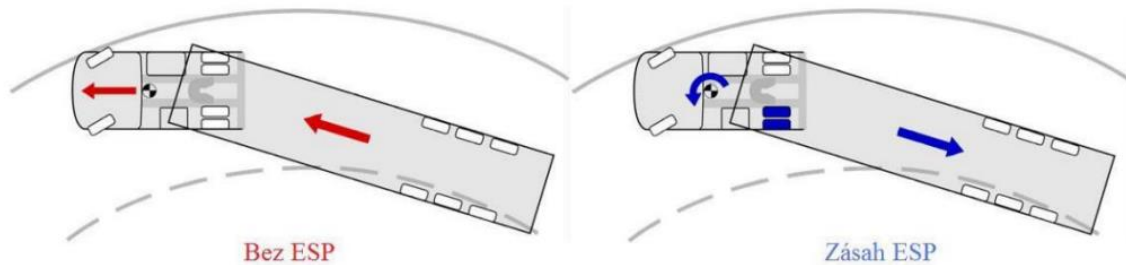
Na základě těchto hodnot dokáže řídicí jednotka porovnat požadovanou dráhu vozidla se skutečnou a v případě, že se hodnoty liší, vyhodnotit situaci jako kritickou a zasáhnout. [29]

5.1.3.2. Nedotáčivost

Nedotáčivost je stav, kdy dochází k prokluzování kol přední nápravy a projevuje se neochotou vozu zatáčet (Obr. 20). V závislosti na situaci systém ESP snižuje točivý moment motoru a potlačuje procesy řazení v automatické převodovce. Následně systém záměrně přibrzdí jedno nebo více kol, aby vytvořil opačný točivý moment, než jaký způsobil smyk vozidla.

Ve chvíli, kdy dojde k nedotáčivosti se nejprve sníží trakce motoru a poté systém přibrzdí zadní kolo na vnitřní straně zatáčky. Starší systémy využívaly pro stabilizaci vnitřní zadní kolo. Moderní systémy ESC využívají ke stabilizaci obě vnitřní kola. U moderních nákladních automobilů je také ESP spjato i s návěsem, který pomáhá automobilu lépe srovnat celou soupravu. [29]

Obr. 20.: Ukázka nedotáčivosti nákladního automobilu s návěsem [30]

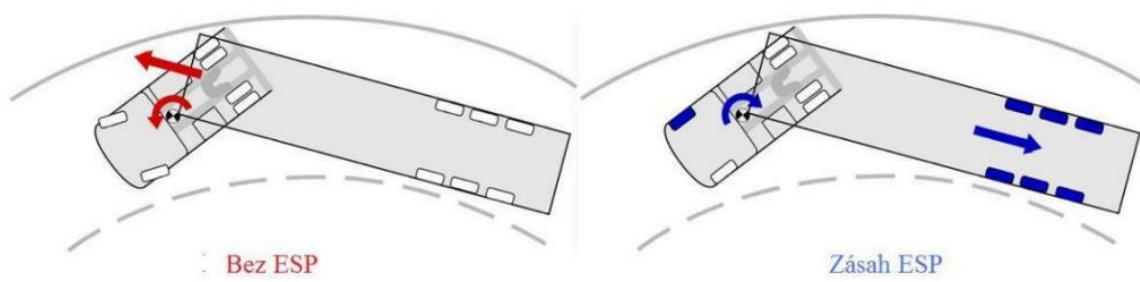


5.1.3.3. Přetáčivost

Přetáčivost je smyk zadní nápravy, který se projevuje přílišným zatáčením vozu, zejména jeho zadní části (Obr. 21). Tento projev při jízdě je hůře zvládnutelný než nedotáčivost. Při přetáčivosti v zatáčce ESP nejprve přibrzdí kolo na vnější straně zatáčky, a pokud je tento zásah nedostačující, řídicí jednotka zavelí ke krátkému přidání plynu.

Nákladních automobilů pomáhá oproti automobilům osobním i návěs. Tento zásah se ale stává pouze zřídka. [29]

Obr. 21: Ukázka přetáčivosti automobilu [30]

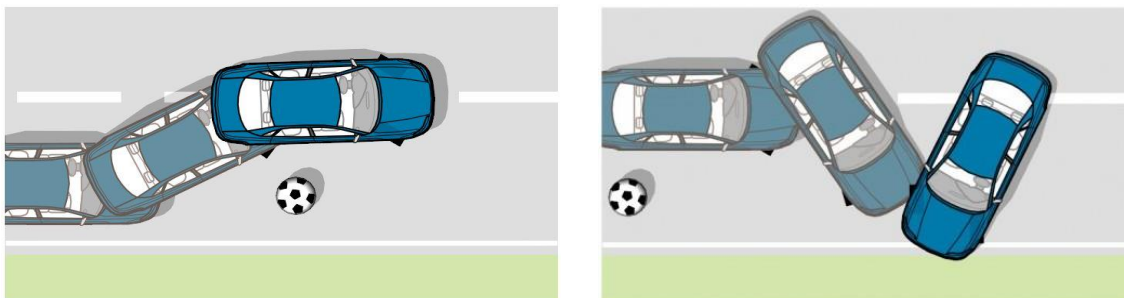


5.1.3.4. Vyhýbací manévr

Pro zjednodušení a lepší vysvětlení vyhýbacího manévru s ESP a bez ESP je tento manévr popsán na osobním automobilu.

Nejprve se podíváme na (Obr. 22) na auto bez ESP. Řidič se vyhýbá předmětu na silnici, a tak nejprve trhne volantem doleva a poté doprava. Po tomto úhybném manévru se zadní část vozidla pohybuje rychleji a vozidlo dostává smyk. Otáčí se kolem svislé osy a pro řidiče je neovladatelný. [29]

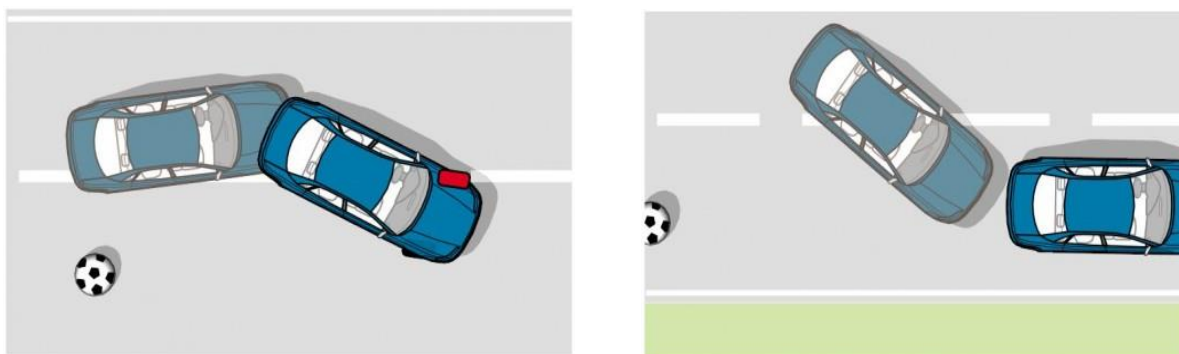
Obr.22: Ukázka vyhýbacího manévru bez ESP [29]



Nyní stejná situace pro vůz vybavený ESP (Obr. 22). Řidič opět prudce točí volantem doleva a snaží se překážku objet. Řídící jednotka díky signálům ze senzorů detekuje, že vozidlo přechází do nestabilního stavu a začne rušit řízení. Nejprve podporuje zatáčení vozu přibrzdováním levého zadního kola. Zatímco vozidlo stále odbočuje doleva, řidič strhne volant doprava, aby se vozidlo vrátilo do původního směru. ESP přibrzdí pravé kolo, aby pomohlo zatočit doprava. Zadní kola se volně otáčejí pro optimální boční kontrolu.

Aby se zadní část vozu při návratu do původního jízdního pruhu nerozkývala, přibrzdí ESP levé přední kolo. Ve zvláště kritické situaci se může kolo zcela zablokovat, aby se snížila boční síla řízení na přední nápravu. Po ukončení všech nestabilních stavů ESP ukončí svou činnost. [29]

Obr. 22.: Ukázka vyhýbacího manévru s ESP [29]

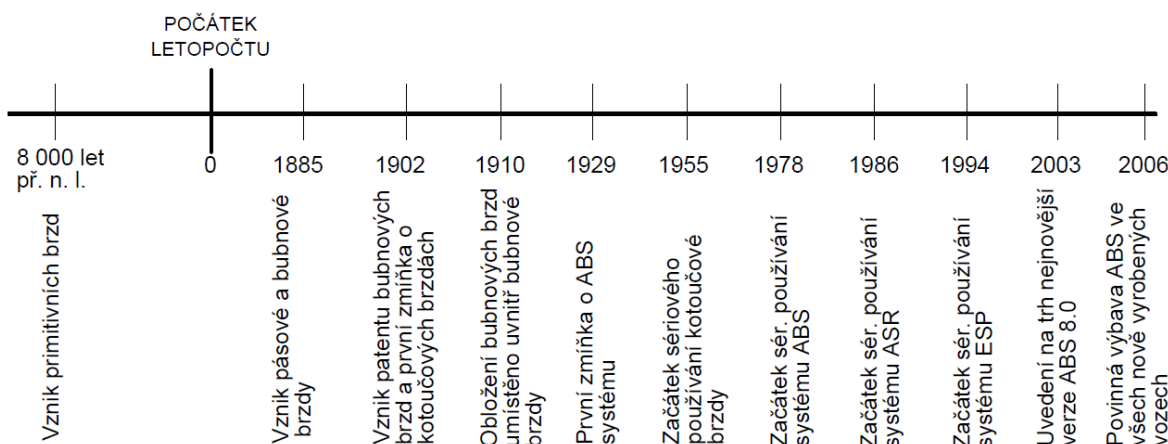


6. Milníky historie konstrukce brzdových systémů

Tato kapitola mapuje hlavní milníky ve vývoji brzd. Od dalekých dob před našim letopočtem až po moderní brzdy a jejich systémy.

Na Obr. 23 je vyobrazena časová osa, která mapuje zásadní milníky ve vývoji brzd. Bez těchto zásadních objevů, by aktuální brzdové systémy nebyly na takové úrovni jako jsou nyní. Automobily jak osobní, tak nákladní by nemohli splňovat vysoké bezpečnostní nároky, jaké jsou v dnešní době kladeny.

Obr. 23.: Časová osa vývoje brzdových systémů



6.1. 8 000 let př. n. l. Vznik primitivních brzd

Tento rok můžeme v milníkách vývoje historických brzd považovat za převratný, protože vznikl první předchůdce dnešních parkovacích brzd. Už v této době museli na přepravu potravy a stavby používat zjednodušené tažné vozíky. Pro udržení vozíku v konkrétní poloze používali kameny nebo klacky pod kola. Tyto základní prvky později modifikovaly až vznikly klíny pod kola. [1]

6.2. 1885 Vznik pásové a bubnové brzdy

Mezi vznikem prvních primitivních brzd a vznikem pásové a bubnové brzdy uběhlo hodně století, v tomto období se primitivní brzdy zlepšovaly a používaly se na kočárech za koňskými povozy.

Se vznikem prvního automobilu a vznikem kol s pogumováním už nestačily pouze brzdy ze dřeva a kůže, proto dalším zásadním rokem pro vývoj brzd byl rok 1885, kdy byly vyrobené první pásové a bubnové brzdy, které se začaly používat na prvních vyráběných autech.

Tento typ brzd se nepoužíval příliš dlouho, protože brzdo přestal být dostačující a nebyl schopný ubrzdít modernější a výkonnější vozy. [4] [5]

6.3. 1902 Vznik patentu bubnových brzd

Mezi další a zásadní milník ve vývoji brzd patří bez pochyby první patent na bubnové brzdy. U tohoto patentu bylo brzdové obložení vně brzdového bubnu.

Tento typ brzdy s uložením obložení vně brzdového kotouče se podobně jako pásová brzda moc dlouho nepoužíval. Uložení vně kotouče nebylo dokonalé, protože se na něm usazovaly nečistoty a neměl tak dobrou účinnost. [10]

6.4. 1902 První zmínka o kotoučových brzdách

Vznik principu kotoučových brzd byl znám už ve stejné době jako byly patentované brzdy bubnové, ale v této době se kotoučové brzdy nedaly použít, protože nebyl znám materiál, se kterým by brzdy dobře fungovali.

Původní měděné destičky, které se na brždění používali vydávali silný hluk a nebylo možné tento druh materiálu použít až s příchodem asbestu, který se začal používat na destičkách se mohli začít sériově používat. [10]

6.5. 1910 Obložení bubnových brzd umístěno uvnitř bubnové brzdy

Po osmi letech testování a zkoušení nebyla účinnost a životnost brzdy dostačující, proto se obložení umístilo uvnitř bubnové brzdy. Tento princip s drobnými modifikacemi funguje do současnosti.

Jak již bylo zmíněno destičky vně bubnového kotouče nebyly dostačující a z toho důvodu se umístily uvnitř bubnového kotouče. Bohužel v dnešní době je systém kotoučových brzd mnohem účinnější a modernější, proto tento systém bubnové brzdy předběhl a vytlačuje z trhu. [8]

6.6. 1929 První zmínka o ABS systému

Rok 1929 se zapsal do milníku první zmínkou o systému ABS. A však jeho sériové použití bylo až o mnoho let později. O ABS již byla zmínka začátkem 20. století, ale tento systém se používal pouze v letecké a železniční dopravě.

Jak již tomu bývalo tento systém v jeho začátcích mohli mít pouze vrcholové třídy vozů značkových automobilek, protože byl velice drahý. Nákladní automobily se toho systému dočkali o něco déle. [12] [13]

6.7. 1955 Začátek sériového používání kotoučové brzdy

Jak již bylo zmíněno v bodě 6.4. první zmínka o kotoučové brzdě byla v roce 1902, ale její sériové použití do osobních i nákladních automobilů bylo až od roku 1955.

V současné době je tento typ brzd ten nejrozšířenější a používá se napříč všemi dopravními prostředky. Jeho princip se v zásadě nemění a mění se pouze materiál, kvalita zpracování, design a modernější technologie výroby. [10]

6.8. 1978 Začátek sériového používání systému ABS do vrcholových modelů

Od druhé poloviny 20. století se už mluvilo o nutnosti použití bezpečnostních prvků v sériové výrobě. Bylo to z důvodu zvyšující se požadavků na bezpečnost.

Až v roce 1978, se začalo ABS používat v sériové výrobě ve vrcholových modelech značek Mercedes-Benz. [12] [13]

6.9. 1986 Začátek sériového používání systému ASR

V roce 1986 byl na sériový trh uvedený další bezpečnostní systém, a to systém ASR, jako prvního byl použit v sériových automobilech vrcholové třídy Mercedes-Benz.

Tento systém, stejně jako všechny ostatní bylo možné vyzkoušet pouze u velmi drahých modelů předních výrobců automobilů. [12] [13]

6.10. 1994 Začátek sériového používání systému ESP

V roce 1994, se přidal jako třetí zástupce bezpečnostních systémů systém ESP. Tento systém byl použitý stejně jako předešlé dva ve vrcholových modelech značky Mercedes-Benz.

V tomto roce už bylo vymyšleno mnoho systémů, proto se začalo používat tyto technologie více sériově než do této doby a však i mnoho let poté hodně automobilek tyto systémy nedávaly do všech svých vozů. [15]

6.11. 2003 Uvedení na trh nejnovější verze ABS 8.0

Systém ABS se jako ostatní systémy pořád zdokonalují jejich nejmodernější verze 8.0 vyšla na trh v roce 2003. [12]

6.12. 2006 Povinná výbava ABS ve všech nově vyrobených automobilech

Od roku 2006, musí mít každý sériově vyrobený automobil ABS systém již v základní výbavě. Této povinné výbavě došlo z důvodu větší bezpečnosti, protože současné automobily jak osobní, tak nákladní jsou velmi výkonné a bez ABS se nedají rychle bezpečně zastavit.

Z časové osy a popisu se dá vyčíst, že největší rozmach brzdových systémů byl ve 20. století především v jeho druhé půlce. V současné době se tyto systémy již pouze zdokonalují. V současnosti se automobilky primárně zaměřují na zdokonalování bezpečnostních systémů. [20]

7. Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo popsat historický vývoj konstrukce brzdových systémů nákladních automobilů a stanovit zásadní milníky, jež v kontextu doby tento vývoj ovlivnily. Dalším cílem bylo porovnat dřívější systémy se současnými přesto, že od doby, kdy se objevily první brzdy, uplynulo více než sto let, ale jejich vývoj dosud pokračuje.

V první kapitole mé bakalářské práce jsem popsala stručnou historii brzdových systémů a jejich rozdělení na základní části, které se používaly v době 19.-20. století. Dále jsem popsala modernizace brzdových systémů, jak se vývojem zkvalitňovaly a co mělo největší vliv na jejich vývoj. Na konci první kapitoly jsem také nezapomněla zmínit první bezpečnostní systémy a jejich rozdělení.

Druhou kapitolu můžeme rozdělit na dvě části. V první části jsem detailněji popsala princip jednotlivých druhů brzd v historickém vývoji, podle jejich chronologie. Také jsem popsala konstrukci brzd a jednotlivé poddruhy.

V druhé části jsem se věnovala brzdovým systémům, které napomáhají stabilizovat vozidlo a umožnit řidiči lepší jízdní vlastnosti a stabilitu vozidla na vozovce. Můžeme říci, že princip brzd je od začátku dvacátého století neměnný a však bezpečnostní systémy se vyvíjejí. Důvodem vývoje jsou neustále rostoucí požadavky na bezpečnost provozu na pozemních komunikacích a zvyšující se i požadavky na vyšší jízdní komfort řidiče.

Do budoucna můžeme predikovat, že princip brzd zůstane neměnný, ale bezpečnostní prvky se budou dále zdokonalovat. Aby byly schopné držet krok s dobou a splňovaly požadavky na stále se zvyšující bezpečnost v dopravě, komfort řidiče a nadhodnocené limity maximální konstrukční rychlosti vozů, které jsou někdy na hraně možnosti vozu a jeho bezpečnostních prvků. Dále mohu na základě zjištěných informací konstatovat, že vývoj brzdových systémů má zásadní vliv na bezpečnost na pozemních komunikacích, a to nejen v osobní dopravě, ale také v té nákladní. Ze zjištěných skutečností vyplynulo, že nákladní vozy představují na pozemních komunikacích často větší nebezpečí než osobní vozy. I když nedosahují vysokých rychlostí, srážka s nimi i v malé rychlosti má často tragické následky, proto by měl být kladen větší důraz na vývoj a zdokonalování brzdových systémů nákladních automobilů.

8. Seznam použitých zdrojů

- [1] Mihálik, Miro. Vývoj automobilových brzd: Od dřevěného špalku po hi-tech kotouče. AUTOREVUE.CZ. [Online] 2022. <https://www.autorevue.cz/vyvoj-automobilovych-brzd-od-dreveneho-spalku-po-hi-tech-kotouce>
- [2] История тормозных систем авто: от древности до наших дней. DRIVE2.RU. [Online] 2022. <https://www.drive2.ru/o/b/564751229419258302/>
- [3] Anon. Эволюция тормозов: от первых авто до современных прототипов. DRIVE2. [Online] 2020. <https://www.drive2.ru/o/b/557117869943425556/>
- [4] 1000 automobilů: dějiny, klasika, technika. V Praze : Knižní klub, 2006
- [5] 1000 tahačů : historie, klasika, technika. 2006. V Praze : Knižní klub, 2006 : Sazba Typo Text, spol. s.r.o., 2006
- [6] Olšanský, Milan. Tatra nesmrtelná: 120 let výroby automobilů v Kopřivnici. Kopřivnice : Tatra Trucks, 2017
- [7] Víte, jak byl v roce 1896 postaven první kamion na světě? Mobility Outlook. [Online] <https://www.mobilityoutlook.com/features/do-you-know-how-the-worlds-first-truck-was-built-in-1896/>
- [8] Как тормозили в истории? Auto3N. [Online] 2022. <https://auto3n.ru/statii/607-kak-tormozili-v-istorii>
- [9] ZF Aftermarket. Bubnová brzda. WABCO. [Online] https://www.wabco-customercentre.com/catalog/cs_CZ/10325482
- [10] Игнашин, Борис. Тормоза сто лет назад: как барабаны оказались эффективнее дисков. KOLÉCA.RU. [Online] 2022. <https://www.kolesa.ru/article/tormoza-sto-let-nazad-kak-barabany-okazalis-jeffektivnee-diskov-2015-09-03>
- [11] Výměna brzdových destiček - utajené znalosti. QUARO. [Online] <https://quaro-parts.com/vmna-brzdovch-destiek-utajen-znalosti-b13-p1.cz.html>
- [12] Sajdl, Jan. ABS (Anti-lock Braking System). autolexicon.net. [Online] 2022. <https://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>
- [13] Jedlička, Milan. Jak funguje systém ABS a ASR u nákladních vozidel, zobrazuje dobové video v češtině. Agroportal24h.cz. [Online] <https://www.agroportal24h.cz/clanky/jak-funguje-system-abs-a-asr-u-nakladnich-vozidel-zobrazuje-dobove-video-v-cestine>
- [14] Anon. Proč je správně fungující ABS systém důležitou součástí vozidla? ECUservis. [Online] 2021. <https://www.ecuservis.eu/blog/proc-je-spravne-fungujici-abs-system-dulezitou-soucasti-vozidla>
- [15] Mercedes-Benz - 15 let od premiéry ESP. Autokaleidoskop.cz. [Online] 2022. <https://www.autokaleidoskop.cz/Ruzne/Mercedes-Benz-15-let-od-premiery-ESP/>
- [16] Brzdné systémy. Bezpečné cesty. [Online] © 2014–2022. <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/aktivni-prvky-bezpecnosti/brzdne-systemy>

-
- [17] Šika, Michal. Brzdy - funkce a součásti. Kutilův zápisník. [Online] 2022. <https://kutiluv-zapisnik.cz/brzdy-funkce-a-soucasti/>
- [18] Jan, Zdeněk, Ždánský, Bronislav a Čupera, Jiří. Automobily. Brno : Avid, 2007
- [19] Karel Kocián. BRZDY A BRZDOVÉ ÚSTROJÍ U OSOBNÍCH AUTOMOBILŮ. DOCPLAYER. [Online] 2010. <https://docplayer.cz/41338748-Brzdy-a-brzdove-ustroji-u-osobnich-automobilu.html>
- [20] Vlk, František. Elektronické systémy motorových vozidel. Brno : František Vlk, 2002
- [21] BRZDY. ELUC. [Online] <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1490>
- [22] Vlk, František. Automobilová elektronika. Brno : František Vlk, 2006
- [23] Anon. Zpomalovací brzdy. SlidePlayer. [Online] <https://slideplayer.cz/amp/11433305/>
- [24] Havlová, Drahomíra. Brzdy vozidel. DOCPLAYER. [Online] <https://docplayer.cz/69001985-Brzdy-vozidel-meni-pohybovou-energii-vozidla-na-energii-teplnou-slouzi-ke-zpomaleni-zastaveni-a-k-zajisteni-stojiciho-vozidla.html>
- [25] Tucker, Peter. Jak kamionové brzdy fungují. Pedeorrelha. [Online] <https://cs.pedeorelha.com/article/how-truck-brakes-work>
- [26] Forrister, Thomas. How Eddy Current Braking Technology Is Freeing Us from Friction. COMSOL. [Online] <https://www.comsol.com/blogs/how-eddy-current-braking-technology-is-freeing-us-from-friction/>
- [27] Schröter, Zdeněk. Autoškola? Pohodlně!?
- [28] Как устроена и работает система ABS. Профессиональная корректировка пробега. [Online] <https://nett-km.ru/articles/kak-ustroena-i-rabotaet-sistema-abs/>
- [29] Sajdl, Jan. ESP (Electronic Stability Programme). autolexicon.net. [Online] 2022. <https://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>
- [30] PowerPoint, Microsoft®. Moderní systémy v nákladních automobilech. [Online] 2016. https://u3v-dfjp.upce.cz/P%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ky%20Technick%C3%BD%20blok/Rok%202016/Letni_semestr/Modern%C3%AD%20systemy%20n%C3%A1kladn%C3%ADch%20vozidel/Modern%C3%AD%20syst%C3%A9my%20v%C2%A0n%C3%A1kladn%C3%ADch%20automobilech%20.pdf
- [31] Rosecký, Honza. Stručný úvod do konstrukce nákladního automobilu, 2.díl. SCALE MODELS. [Online] <http://www.liaznavzdy.cz/nedtrans/konstrukce2.php>

9. Seznam obrázků

Obr. 1.: Klínová brzda na zadní nápravě vozíku – klín se pákou přitlačí ke kolu [11]	4
Obr. 2.: První trojkolový automobil poháněný benzínem. Brzdový systém: ruční páka [11]	5
Obr. 3.: První nákladní automobil z roku 1896 [6].....	5
Obr. 4.: První nákladní vozidlo NW [5]	6
Obr. 5.: Konstrukce bubnové brzdy [8].....	7
Obr. 6.: Kotoučová brzda [10].....	8
Obr. 7.: Ukázka systému ABS [13].....	9
Obr. 8.: Schéma pásové brzdy [7]	11
Obr. 9.: Motocykl Daimler z roku 1885 [7]	11
Obr. 10.: Schéma bubnové brzdy [16]	12
Obr. 11.: Druhy bubnových brzd [18]	13
Obr. 12.: Popis kotoučové brzdy [16]	15
Obr. 13.: a) kotoučová brzda s pevným třmenem b) kotoučová brzda s plovoucím třmenem [20].....	16
Obr. 14.: Klapka výfukového potrubí [22]	18
Obr. 15.: Dekompresní brzda motoru IVECO [22]	19
Obr. 16.: Brzda s vířivými proudy [25]	20
Obr. 17.: Schéma vzduchové brzdy [23]	23
Obr. 18.: Základní části ABS [27].....	24
Obr. 19.: Chování nákladního automobilu při kritické situaci (s ABS a bez ABS) [11]	25
Obr. 20.: Ukázka nedotáčivosti nákladního automobilu s návěsem [29]	29
Obr. 21.: Ukázka přetáčivosti automobilu [29].....	29
Obr. 22.: Ukázka vyhýbacího manévru s ESP (28).....	30
Obr. 23.: Časová osa vývoje brzdových systémů	31