

Česká zemědělská univerzita v Praze

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PRAHA 2020

Zdeněk VÁGNER

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy



Brzdové systémy nákladních automobilů kategorie

N2 a N3

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. František Lachnit, Ph.D.

Autor práce: Zdeněk Vágner

PRAHA 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zdeněk Vágner

Technika a technologie v dopravě a spojích
Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Brzdové systémy nákladních automobilů kategorie N2 a N3

Název anglicky

Trucks' brake systems used in categories N2 and N3

Cíle práce

Uvést legislativní požadavky na brzdové systémy nákladních automobilů, brzdové systémy charakterizovat, popsat konstrukci a funkce prvků systémů.

Metodika

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce – návrh postupů získávání dat
4. Rešeršní část: Legislativní požadavky na brzdové systémy nákladních automobilů kategorie N2 a N3, konstrukční řešení brzdových systémů, konstrukce a popis funkce prvků brzdových systémů
5. Výsledky a diskuse – porovnání brzdových systémů a uvést vývoj v oblasti brzdových systémů se zaměřením na zvýšení bezpečnosti silničního provozu
6. Závěr
7. Seznam použitých zdrojů
8. Přílohy

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

kategorie vozidel, nákladní automobily, brzdové systémy, ABS, EBS

Doporučené zdroje informací

FIRST, J.: Zkoušení automobilů a motocyklů – Příručka pro konstruktéry. 1. vydání.

Jan, Z. – Žďánský, B. – Čupera, J. Automobily 1 Podvozky. Brno: Avid, 2007.

VLK, F.. Elektronické systémy motorových vozidel 1. Brno: Nakladatelství Vlk, 2002, ISBN 80-238-7282-6.

VLK, F.. Stavba motorových vozidel. Brno: Nakladatelství Vlk, 2003. ISBN 80-238-8757-2.

Vyhláška č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. František Lachnit, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 10. 12. 2018

Ing. Martin Kotecký, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 3. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 16. 02. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Brzdové systémy nákladních automobilů kategorie N2 a N3 vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 9.4.2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Františku Lachnitovi, Ph.D. za toleranci, pochopení a trpělivost při vedení této bakalářské práce. Dále pak děkuji mé snoubence a rodině za podporu po celou dobu studia.

Brzdové systémy nákladních automobilů kategorie N2 a N3

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je vytvořit ucelený přehled v oblasti brzdových systémů nákladních vozidel. Práce začíná uvedením legislativních požadavků na brzdové systémy nákladních vozidel a následně pokračuje základním rozdělením brzdových soustav podle jejich účelu a zdroje energie. V další části je uvedena konstrukce a princip činnosti nepřímých brzdových systémů a jednotlivých zařízení ve vzduchové soustavě. Poslední část pojednává o jednotlivých typech odlehčovacích brzdových systémů a obsahuje základní informace o elektronickém brzdovém systému.

Klíčová slova: kategorie vozidel, nákladní automobily, brzdové systémy, ABS, EBS

Truck's brake systems used in categories N2 and N3

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to create a comprehensive overview of the braking systems of trucks. The thesis begins with the introduction of legislative requirements for the braking systems of trucks and then continues with the basic division of braking systems according to their purpose and energy source. In the next part is presented the construction and principle of operation of non-direct braking systems and individual devices in the air system. The last part deals with individual types of endurance braking systems and contains basic information about electronic brake system.

Keywords: category of vehicles, trucks, brake systems, ABS, EBS

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce a metodika	2
2.1 Cíl práce	2
2.2 Metodika	2
3 Legislativní požadavky	3
4 Rozdělení brzdových systémů	6
4.1 Vzduchokapalinové brzdové systémy	7
4.2 Vzduchové brzdové systémy.....	8
4.2.1 Dvouokruhová brzdová soustava samostatného vozidla	8
4.2.1.1 Konstrukce.....	8
4.2.1.2 Princip.....	10
4.2.2 Dvouokruhová dvouhadicová brzdová soustava tahače přívěsů/návěsů	10
4.2.2.1 Konstrukce.....	10
4.2.2.2 Princip.....	12
4.2.3 Dvouokruhová dvouhadicová brzdová soustava s ABS tahače přívěsů/návěsů	14
4.2.3.1 Konstrukce.....	14
4.2.3.2 Princip.....	15
4.2.4 Dvouhadicová vzduchová brzdová soustava přívěsu	16
4.2.4.1 Konstrukce.....	16
4.2.4.2 Princip.....	17
4.2.5 Hlavní komponenty vzduchových brzdových systémů	18
4.2.5.1 Kompresor	18
4.2.5.2 Regulátor tlaku	19
4.2.5.3 Vysoušeč vzduchu	20
4.2.5.4 Čtyřokruhový pojistný ventil.....	21
4.2.5.5 Odkalovací ventil.....	21
4.2.5.6 Dvouokruhový hlavní brzdíč	22
4.2.5.7 Brzdíč (rozvaděč) přívěsu.....	23
4.2.5.8 Pístový brzdový válec.....	24
4.2.5.9 Membránový brzdový válec	25
4.2.5.10 Kombinovaný pružinový brzdový válec	26

5	Zpomalovací (odlehčovací) brzdy	27
5.1	Výfuková brzda	28
5.2	Motorová brzda	28
5.2.1	Jacobsonova motorová brzda (Jake Brake)	28
5.2.2	Volvo VEB (Volvo Engine Brake)	28
5.2.3	MAN-EVB (Exhaust Valve Brake)	29
5.3	Hydrodynamické brzdy	29
5.4	Elektromagnetické vířivé brzdy	31
5.5	Magnetické brzdy	32
6	Elektronická brzdová soustava EBS	32
7	Závěr.....	34
8	Seznam použitých zdrojů	35
9	Seznam obrázků	37
10	Seznam tabulek	37

1 Úvod

Účelem brzdových systémů je zajištění bezpečnosti při provozu, snížení rychlosti vozidla a jeho bezpečné zastavení za jakýchkoli okolností. Principem brzd je převod pohybové energie na tepelnou, a toho je dosaženo nejčastěji záměrně vyvolaným třením mezi rotujícími a pevnými částmi. Další možností, jak převádět kinetickou energii na tepelnou je využití brzdění prouděním kapaliny případně vířivými proudy. Tato tepelná energie vzniklá brzděním, se obvykle nevyužitá odvádí do okolního prostředí.

Datovat první použití brzd lze jen těžko, žádné přesné datum totiž neexistuje. Jistě první pokusy o brzdění jdou ruku v ruce s vynálezem kola a jeho dalšího zdokonalování. Jako první pokus u brzdění lze považovat kámen či klacek zasunutý pod kolo jako klín. Jedná se tedy o pokus jakési brzdy parkovací. Jako první brzdy v tom pravém slova smyslu lze považovat použití na páce upevněného dřevěného později gumového špalíku působící na kovový pás loukotového kola. Tento systém se nazývá špalíková brzda a v modernější podobě se u železnice používá dodnes. Rozvíjející technika časem potřebovala lepší brzdy a k tomu mimo jiné přispěl i vynález pneumatiky. Prvním, koho napadlo brzdy zmodernizovat byl Gottlieb Daimler v roce 1899 a jeho nápad s bubnovou brzdou využil už roku 1901 Wilhelm Maybach na vozidle Mercedes 35 PS. Bubnové brzdy byly namontované na zadní nápravě, ale těm dnešním se moc nepodobaly. Kolem brzdových bubnů bylo namotáno ocelové lano a stahováním tohoto lana pomocí ručně ovládané páky se vyvíjelo tření potřebné k brzdění. Bubnové brzdy podobné těm dnešním si nechal patentovat Louis Renault v roce 1902, ale na rozdíl od těch dnešních byly tyto plně mechanické. Vývoj brzd nadále pokračoval ke vzniku hydraulického brzdového systému, u kterého z počátku stejně jako u mechanického systému vyvozoval brzdnu sílu pouze řidič. To však značně omezovalo účinnost brzdění, zvláště pak u těžkých vozidel. Proto byly vyvinuty posilovače brzd a následně i vyvinutí vzduchových brzdových systémů. Díky těmto pokrokům se výrazně snížil nárok na ovládací síly řidiče a zároveň bylo dosaženo zvýšení brzdné síly. Celkově se tímto vývojem brzdových systémů zásadně přispělo ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu. [20] [21] [22] [1]

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je vytvořit ucelený soubor informací o brzdových systémech nákladních vozidel. V první řadě je zapotřebí uvést legislativní požadavky na tyto systémy, které jsou stanoveny vyhláškou Ministerstva dopravy a předpisem Evropské hospodářské komise Spojených národů. Následně je zapotřebí se věnovat jednotlivým typům brzdových soustav nákladních vozidel, a zvláště pak vzduchovým brzdovým systémům. Rozdělit a charakterizovat jednotlivé brzdové systémy a tyto systémy pak dále popsat. Uvést konstrukci a popsat princip funkce brzdových systémů a jejich jednotlivých prvků.

2.2 Metodika

Tato bakalářská práce bude vlastně literární rešerše na brzdové systémy nákladních vozidel. Nejdříve bude nutné pracovat s aktuálními předpisy a vyhláškami pro schvalování brzdových systémů a uvést nejdůležitější požadavky týkajících se nákladních vozidel. Dále pak prostudovat doporučenou odbornou literaturu, nalézt další vhodnou odbornou literaturu a odborné články. Získané poznatky zpracovat, vytvořit z nich ucelenou soustavu informací. Zejména pak jednotlivých brzdových systémů s důkladným popisem jejich konstrukce a principu funkce. V této bakalářské práci bude nutné také konkrétně vypsát a charakterizovat jednotlivé systémy odlehčovacích brzd, jejich konstrukce a principy funkce. Po celou dobu bude nutné využívat relevantní bibliografické odkazy, odbornou terminologii, objektivní a ucelený přehled dosud zjištěných podložených informací.

3 Legislativní požadavky

Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, je v souladu s homologačními předpisy EHK č. 13,78 a 90. EHK č. 13 je předpis, který se týká vozidel kategorií M, N (osobní a nákladní automobily) a O (přípojná vozidla). Předpis nám definuje požadavky na brzdové soustavy vozidel patřících do kategorií výše uvedených. Předepisuje limity pro zkoušky brzd, hodnotu maximálně povolených brzdných drah a minimální hodnotu brzdných zpomalení. Předpis EHK č. 78 definuje podmínky schvalování zkoušení systému pro brzdění motorových vozidel se dvěma nebo třemi koly kategorií L, a EHK č. 90 předepisuje požadavky schvalování typu náhradních částí s brzdovým obložením a náhradních obložení bubnových brzd pro motorová vozidla a jejich přípojná vozidla. [1] [2] [3]

Každé vozidlo musí být vybaveno nejméně dvěma na sobě nezávislými brzdnými systémy. Jeden z nich musí umožňovat dostatečně plynulé ovládání pohybu vozidla a jeho účinné a spolehlivé zastavení, jinými slovy též provozní brzdění. Druhý systém se nazývá parkovací brzda a je určen k udržení stojícího vozidla. U vozidel kategorií M a N je nutné, aby brzdová soustava vozidla v případě poruchy provozního brzdového systému umožňovala vozidlo zastavit nouzovým brzděním.

Provozní brzdění musí řidič mít možnost ovládat ze svého sedadla, a to beze změny polohy trupu, aniž by sejmul obě ruce z řízení vozidla. Provozní brzdový systém musí umožnit ovládání pohybu vozidla a také jeho zastavení, a to při jakékoli okamžité hmotnosti a na všech svazích – ve stoupání i klesání, které během provozu vozidla mohou nastat. Brzdný účinek musí působit na každé kolo vozidla, a pro každé kolo na jedné nápravě musí být velikost brzdného účinku shodná.

Pro nouzové brzdění platí, že musí umožnit zastavení vozidla při poruše provozního brzdového systému. Stejně jako u provozních brzd platí, že brzdění musí být odstupňované a tím umožnit plynulé dávkování brzdného účinku. Nouzový brzdový systém musí působit nejméně na jedno kolo na každé straně vozidla podél jeho podélné střední roviny a řidič musí být schopen ovládat toto brzdění ze svého sedadla beze změny polohy trupu, přičemž musí nejméně jednou rukou ovládat řízení vozidla.

Parkovací brzdový systém umožňuje udržet stojící vozidlo, soupravu nebo přípojné vozidlo odpojené od tažného vozidla bez protočení kol ve svahu i bez přítomnosti řidiče. K udržení zabrzděné polohy musí být činné komponenty parkovacího brzdného ústrojí zajištěné pouze mechanickými částmi. Stejně jako u nouzového brzdění je nutné, aby brzdný účinek působil nejméně na jedno kolo na každé straně vozidla podél jeho podélné střední roviny. Ovládání parkovací brzdy musí být řidiči umožněno ze svého sedadla beze změny polohy trupu. U přípojných vozidel je nutné, aby bylo umožněno ovládání z pravé strany nebo ze zádi vozidla osobou, která stojí na zemi.

Odlehčovací brzdění slouží k omezení rychlosti vozidla nebo její udržení při sjíždění svahu, aniž by došlo k použití provozního, nouzového nebo parkovacího brzdění vozidla. Úkolem odlehčovacích brzd není vozidlo zastavit. Ovládání tohoto brzdového systému musí být řidiči umožněno beze změny polohy trupu ze svého sedadla a to tak, že nejméně jednou rukou musí ovládat řízení vozidla. [1] [3]

Tab. I: Požadavky na brzdové systémy vozidel kategorie N2 a N3, dle EHK č.13 a vyhlášky MD ČR [3]

Kategorie vozidel podle EHK - R 13		N2	N3	
Provozní brzdění	S odpojeným motorem	Počáteční rychlost v_0	60 km/h	60 km/h
		Max. brzdná dráha s	$0,15 \cdot v_0 + v_0^2/130$	
			$s=36,7$ m	$s=36,7$ m
		Zpomalení a	5,0 m/s ²	
	Se zapojeným motorem	Počáteční rychlost v_0	100 km/h	90 km/h
		Max. brzdná dráha s	$0,15v+v^2/103,5$	
			$s=111,62$ m	$s=91,76$ m
		Zpomalení a	4,0 m/s ²	
Max. nožní síla F_n	700 N			

Nouzové brzdění	S odpojeným motorem	Počáteční rychlost v_0	50 km/h	40 km/h
		Max. brzdná dráha s	$0,15 \cdot v_0 + 2v_0^2/115$	
			$s=50,98$ m	$s=33,83$ m
		Zpomalení a	2,2 m/s ²	
		Max. ruční síla F_r	600 N	
		Max. nožní síla F_n	700 N	

Tabulka č. I uvádí maximální možnou brzdovou dráhu vozidla s , a to v rozsahu od pohotovostní hmotnosti až do hmotnosti celkové. Na této vzdálenosti musí vozidlo bezpodmínečně zastavit, a to bez zablokování kol, které by mohlo způsobit ztrátu nad ovladatelností vozidla. Účinek provozních brzd musí působit stejně na kola totožné nápravy a musí být souměrný k podélně střední rovině vozidla. U vozidel nevybavených protiblokovacím systémem ABS, stanovuje předpis EHK č. 13 požadavky na rozdělení brzdné síly na nápravy různých kategorií vozidel. Hodnoty max. prodlevy t_l a zpomalení a jsou vypočteny. Ostatní hodnoty jsou podle EHK č. 13, případně podle vyhlášky Ministerstva dopravy ČR. [1]

Souhrn základních požadavků předpisu:

- Požadovaný brzdový účinek musí být dosažen bez zablokování kol.
- U vozidel osobních, nákladních a autobusů mohou mít jednotlivé brzdové systémy společné části, nicméně musí mít nejméně dva na sobě nezávislé ovládací orgány.
- Ovládací orgány provozního a parkovacího brzdového systému musí být vždy nezávislé.
- Pokud dojde k poruše v části pneumatického nebo hydraulického systému, musí být tato skutečnost signalizována řidiči.
- Parkovací brzdový systém musí být schopný spolehlivě zabránit protáčení kol vozidla při jeho celkové hmotnosti na svahu (ve stoupání i klesání):
 - u osobních vozidel nejméně 18 %,
 - u nákladních vozidel a autobusů jednotlivého vozidla nejméně 18 %, u soupravy nejméně 12 %. [4]

4 Rozdělení brzdových systémů

Rozdělení brzdových systémů podle účelu:

- **Provozní brzdová soustava** umožňuje řidiči snížit rychlost, případně zastavit vozidlo. To se během toho nesmí odchýlit ze směru jízdy.
- **Nouzová brzdová soustava** umožňuje řidiči snížit rychlost nebo zastavit v případě selhání provozní brzdy. U osobních automobilů se pro tento případ používá parkovací brzda nebo u nákladních automobilů kombinované pružinové brzdové válce. U dvouokruhových vzduchových brzdových systémů je dáno jejich konstrukcí (viz níže), že v případě poruchy jednoho z okruhů je schopnost brzdění nahrazena okruhem druhým.
- **Parkovací brzdová soustava** umožňuje řidiči zajistit vozidlo proti pohybu mechanickými prostředky i na svahu, zejména po dobu nepřítomnosti řidiče.
- **Odlehčovací brzdová soustava** umožňuje řidiči snížit nebo ustálit rychlost vozidla, zejména při sjíždění dlouhého svahu bez nutnosti použití provozních nebo nouzových brzd. Úkolem těchto brzd není vozidlo zastavit.
- **Samočinná brzdová soustava** umožňuje samočinně brzdit přípojně vozidlo v případě nechtěného či úmyslného odpojení od tažného vozidla. [1] [4]

Rozdělení brzdových systému podle přenosu energie:

- hydraulické
- vzduchové
- mechanické
- kombinované (hydromechanické, hydropneumatické). [1]

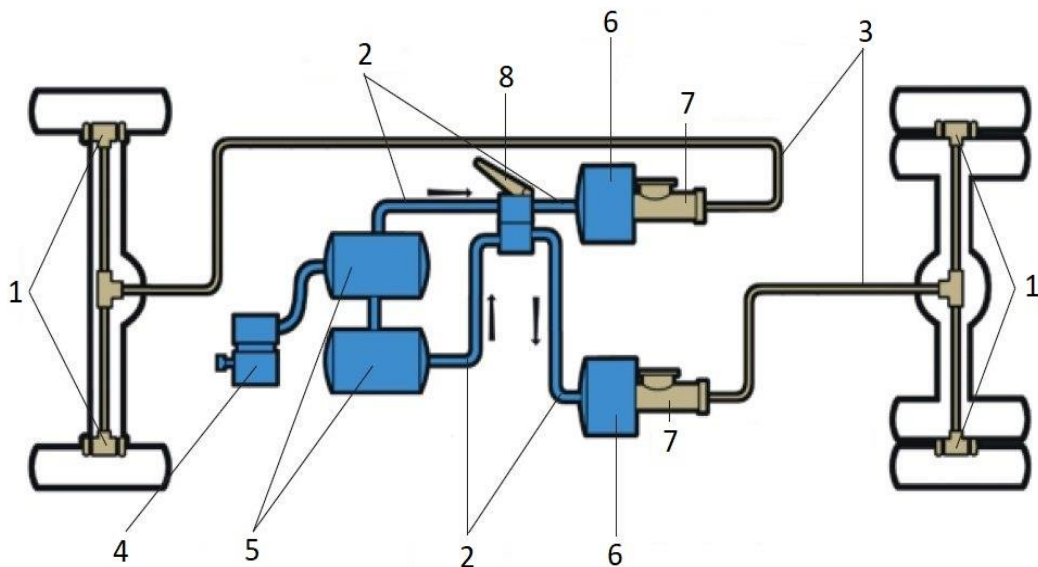
U těžkých a středně těžkých nákladních vozidel kategorie N2 a N3 (N2 3,5 t až 12 t; N3 nad 12 t) se nepoužívají brzdové systémy s hydraulickým nebo mechanickým přenosem energie. Tyto systémy tedy vynecháme.

4.1 Vzduchokapalinové brzdové systémy

Vzduchokapalinový brzdový systém je méně rozšířený a používá se zejména u středně těžkých nákladních vozidel s hmotností od 7 do 10 tun, z historie například IFA, Avia a některé z prvních vyrobených kusů vozidel Liaz řady 100. Pro menší vozidla není vhodný z důvodu potřebného prostoru k zabudování. Jedná se o kombinaci vzduchového a hydraulického brzdového systému, kde hydraulická část působí přímo na brzdové ústrojí a vzduchová část funguje jako posilovač brzdného účinku. Řidič vozidla pedálem pouze reguluje velikost tlaku vzduchu, který působí ve vzduchovém válci převodníku na hydraulickou část. Parkovací brzdy jsou zajištěny vzduchovým válcem, který je ovládán ručním brzdovým ventilem. [5] [1] [6]

Jednotlivé komponenty systému jsou: 1 – hydraulické brzdové válečky přední a zadní nápravy, 2 – vedení vzduchu, 3 – hydraulické brzdové vedení, 4 – kompresor, 5 – zásobníky vzduchu, 6 – vzduchový válec převodníku, 7 – hydraulický válec převodníku, 8 – hlavní dvouokruhový brzdíč. [1]

Obr. 1: Schéma vzduchokapalinového brzdového systému [7]



4.2 Vzduchové brzdové systémy

Vzduchové brzdy se používají převážně u těžších nákladních vozidel kategorie N2 a u většiny nákladních vozidel kategorie N3, a zvláště časté je použití pro brzdění přívěsů a vozových souprav, kde je zapotřebí velké brzdné síly, kterou není schopen řidič sám vyvinout. Zdrojem energie je stlačený vzduch, který je přenášený pneumaticko-mechanickým převodem na třecí ústrojí. Spodní hranice pro použití je přibližně celková hmotnost vozidla 7 tun, ale jen v případě, že se jedná o nejlehčí vozidlo z dané vyráběné řady. U menších a lehčích vozidel tento systém použit nelze, protože veškeré přístroje, a především brzdové válce s jejich převodem, jsou při standartně používaném jmenovitém tlaku 0,6 - 0,8 MPa příliš rozměrné pro jejich umístění na vozidle.

Zapojení brzdové soustavy můžeme z hlediska druhů nákladních vozidel rozdělit do následujících čtyř skupin:

- samostatné vozidlo,
- tahač přívěsů,
- tahač návěsů,
- přívěs nebo návěs. [1] [4]

4.2.1 Dvouokruhová brzdová soustava samostatného vozidla

4.2.1.1 Konstrukce

Pro schématické znázornění brzdových soustav se mohou použít normalizované grafické symboly a číselné normalizované značení vstupů a výstupů jednotlivých zařízení soustavy.

Podle normy DIN 74 254 jsou přípojky značeny jednomístným nebo dvoumístným číslem.

První číslice značí:

- 0 – sací přípojka (kompresor),
- 1 – vstupní přípojka, přívod stlačeného vzduchu,
- 2 – výstupní přípojka, výstup stlačeného vzduchu (ne do atmosféry),
- 3 – výstup do atmosféry (odvzdušnění),
- 4 – řídicí (ovládací) přípojka,
- 5 – neobsazeno,
- 6 – neobsazeno,

- 7 – přípojka mrazuvzdorné směsi,
- 8 – přípojka mazání,
- 9 – přípojka chlazení kapalinou (kompresor).

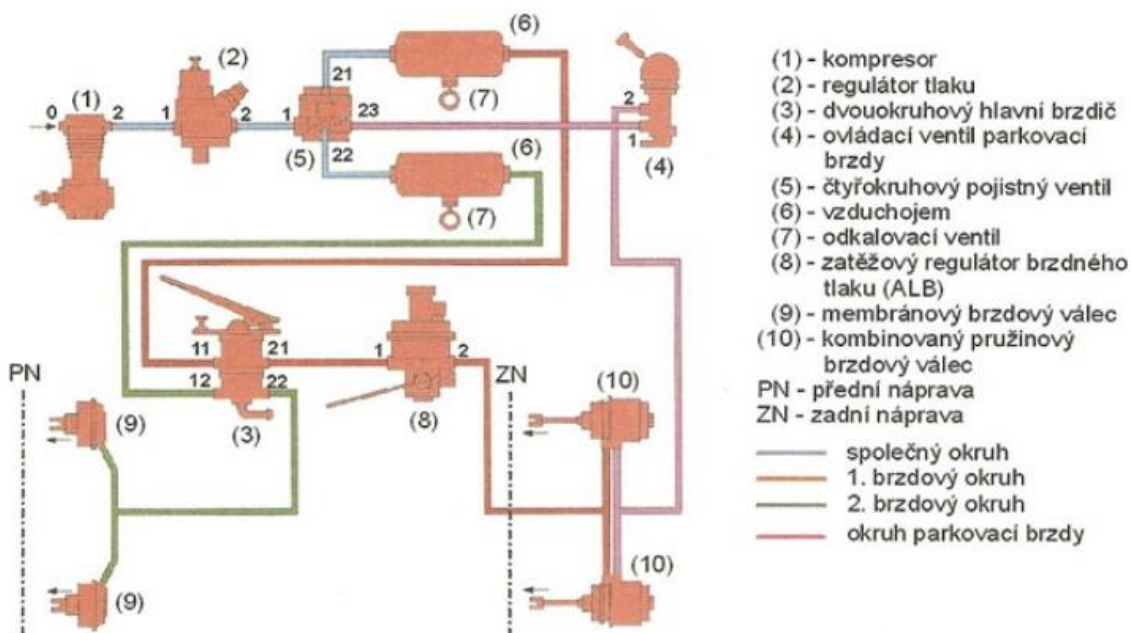
Druhá číslice se přidává v případě, kdy je k dispozici větší množství přípojek stejného druhu.

Např.:

- 21 – výstup stlačeného vzduchu do vzduchojemu,
- 22 – výstup stlačeného vzduchu do přídavných zařízení (druhá výstupní přípojka).

Hlavními částmi dvouokruhové brzdové soustavy je plnicí a ovládací část. Plnicí část zajišťuje vytváření zásoby stlačeného vzduchu a obsahuje kompresor (1), regulátor tlaku (2), čtyřokruhový pojistný ventil (5), dva vzduchojemy (6) spolu s odkalovacími ventily (7). Ovládací část řídí brzdňý účinek soustavy a patří do ní pedálový dvouokruhový brzdič (3), zátěžový regulátor brzdňého tlaku (8), kombinované pružinové brzdové válce (zadní náprava) (10), jednoduché membránové brzdové válce (přední náprava) (9) a ovládací ventil parkovací brzdy (4). Některé soustavy jsou za kompresorem ještě doplněny o odlučovač oleje a vysoušeč vzduchu. [4]

Obr. 2: Schéma dvouokruhového brzdového systému [4]



4.2.1.2 Princip

Provozní brzdění tohoto systému je zajištěno tak, že při sešlápnutí brzdového pedálu umožní dvouokruhový hlavní brzdíč proudit ze vzduchojemů stlačený vzduch nejprve přes zátěžový regulátor do zadních brzdových válců a poté do předních.

Parkovací brzdy fungují tak, že v klidovém stavu je zabrzděno pružinou. Pro odbrzdění je zapotřebí otevřít ventil parkovací brzdy, kterým projde stlačený vzduch do pružinové části kombinovaného brzdového válce, dojde ke stlačení pružiny a následnému odbrzdění.

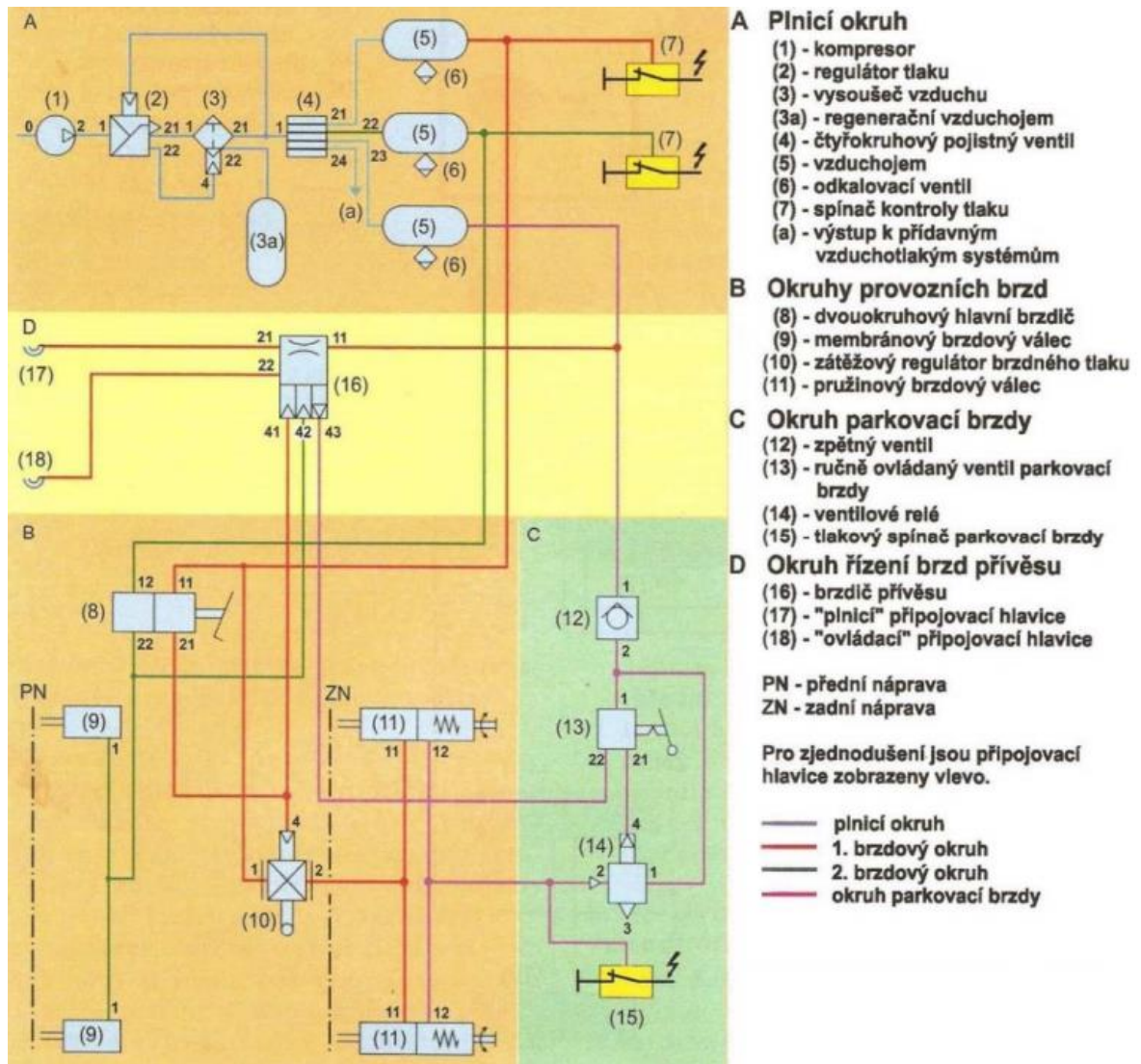
Nouzové brzdění je zajištěno pomocí kombinovaného brzdového válce. Dojde-li k poklesu tlaku vzduchu ve vzduchové soustavě, dojde také k poklesu tlaku v pružinové části kombinovaného brzdového válce. Pružina začne působit na mechanismus brzd zadní nápravy a tím začne brzdit. [4]

4.2.2 Dvouokruhová dvouhadicová brzdová soustava tahače přívěsů/návěsů

4.2.2.1 Konstrukce

Dvouokruhová dvouhadicová brzdová soustava tahače přívěsů/návěsů je podobná soustavě dvouokruhové pro samostatná vozidla, ale s tím rozdílem, že obsahuje navíc brzdíč přívěsu/návěsu a přípojovací hlavice. Proto může být vozidlo doplněno a přívěs/návěs brzděný vzduchovými brzdami. Na obrázku 3 je zobrazeno schéma jedné z variant brzdového systému firmy Bosch určené pro tahače přívěsů. [4]

Obr. 3: Schéma dvouokruhé dvouhadicové brzdové soustavy [4]



Dvouokruhá dvouhadicová brzdová soustava se skládá ze čtyř základních částí:

- **plnicího okruhu (A)**, který generuje zásobu stlačeného vzduchu s pracovním tlakem 0,8 MPa a dodává stlačený vzduch dále do:
- **okruhu provozních brzd (B)**,
- **okruhu parkovací brzdy (C)**,
- **okruhu řízení brzd přívěsu (D)**. [4]

4.2.2.2 Princip

Plnicí okruh (A) - Kompresorem (1) je nasáván a vytlačován vzduch přes regulátor tlaku (2) a vysoušeč vzduchu (3) do čtyřokruhového pojistného ventilu (4). Regulátor tlaku (2) zamezuje překročení maximální hodnoty dovoleného tlaku (0,8 MPa) vypouštěním přebytečného vzduchu do atmosféry. Vzduch zbavuje vlhkosti vysoušeč vzduchu (3), který pracuje na principu absorpce. Část vlhkosti zbaveného vzduchu putuje do regeneračního vzduchojemu (3a). Čtyřokruhový pojistný ventil (4) rozděluje stlačený vzduch do čtyř vzduchových okruhů. Do prvního a druhého okruhu provozních brzd je vzduch veden výstupními přípojkami 21 a 22, výstupní přípojkou 23 jsou zásobeny okruhy parkovací brzdy a brzdy přívěsu, do přidavných vzduchových systémů (a) je přiváděn vzduch výstupní přípojkou 24. Vzduchojemy (5) slouží jako zásobníky stlačeného vzduchu pro provozní brzdy, parkovací brzdy a brzdy přívěsu. Odkalovací ventily (6) jsou určeny k vypouštění zkondenzované vody ve vzduchojemu. Tlakové spínače (7) v případě poklesu tlaku pod minimální hodnotu vydají akustický nebo optický varovný signál.

Okruh provozních brzd (B) – Brzdný účinek v brzdách přední a zadní nápravy vytváří stlačený vzduch v okruzích provozních brzd. Brzdný účinek je řízen pedálovým dvouokruhovým brzdíčem (8). Čím více je brzdový pedál stlačen, tím více vzduchu proudí ze vzduchojemů (5) obou okruhů provozních brzd přes pedálový dvouokruhový brzdíč (8) do brzdových válců přední nápravy (9) a přes zátěžový regulátor tlaku (10) do pružinových brzdových válců zadní nápravy (11). Přivedené množství vzduchu zapříčiní následné vysunutí pístnice brzdového válce. Tato pístnice pomocí brzdové páky uvede do činnosti kolové brzdy. Spojení výstupní přípojkou 21 a 22 pedálového dvouokruhového brzdíče (8) s řídicím ventilem přívěsu (16) získáme možnost ovládat provozní brzdy přívěsu. Zátěžový regulátor tlaku (10) samočinně přizpůsobuje tlak v zadních brzdách z hlediska zatížení zadní nápravy. V případě nezátíženého vozidla je do zadních pružinových brzdových válců (11) přívod vzduchu omezen, a naopak při plném zatížení zadní nápravy je přiveden plný brzdný tlak.

Okruh parkovací brzdy (C) – Pomocí ruční páky ventilu parkovací brzdy (13) je pneumatická parkovací brzda uvedena do činnosti. V případě odbrzdění jsou pružinové brzdové válce zadní nápravy (11) propojeny přes ventilové relé (14) s příslušným vzduchojemem (5) a zavzdušněny, v pracovní poloze jsou odvzdušněny. Ventilové relé (14) je napojeno vstupní přípojkou 1 na výstupní přípojku 23 čtyřokruhového pojistného ventilu (4) a slouží k urychlení zavzdušnění (parkovací brzda odbrzděna) a odvzdušnění (parkovací brzda zabrzděna) pružinových brzdových válců (11). K zabránění úniku vzduchu při netěsnosti zásobního okruhu 23 slouží zpětný ventil (12). Parkovací brzdy přívěsu jsou ovládány řídicím ventilem přívěsu (16), který je spojen výstupní přípojkou 22 s ventilem parkovací brzdy (13). Nechtěné uvolnění parkovací brzdy při úniku tlaku vzduchu z pružinového brzdového válce (11) signalizuje tlakový spínač (15). Parkovací brzdy a brzdy přívěsu jsou společně zásobovány stlačeným vzduchem ze zásobníku okruhu 23. V případě poruchy provozních brzd je umožněno použít parkovací brzdu jako nouzovou brzdu s odstupňovaným účinkem.

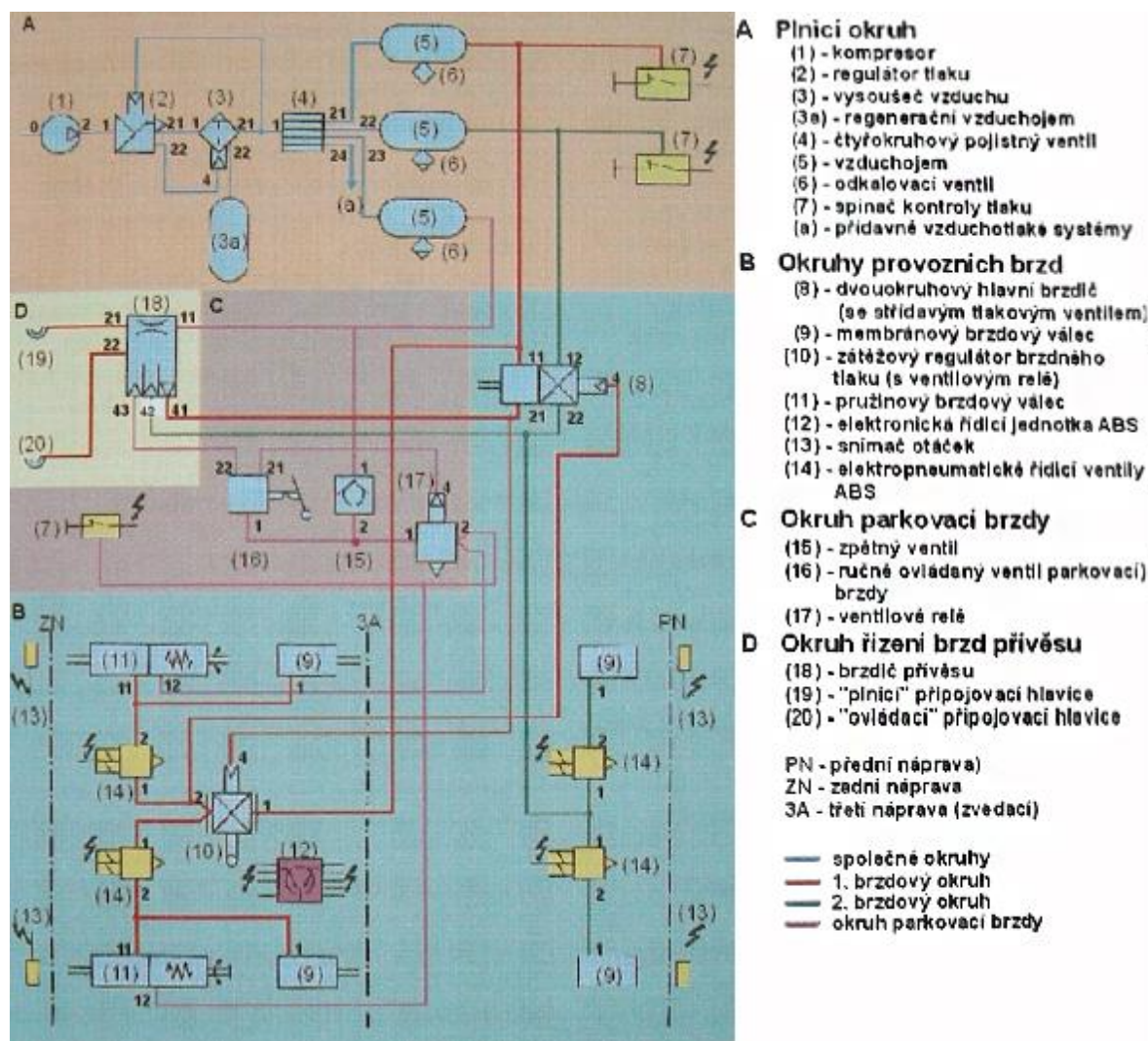
Okruh řízení brzd přívěsu (D) – Jak plyne z názvu této brzdové soustavy je spojení brzdové soustavy přívěsu s tažným vozidlem realizováno dvěma spojovacími hadicemi, a to plnicí a ovládací hadicí. Zásobování brzdové soustavy přívěsu stlačeným vzduchem je umožněno výstupní přípojkou 23 čtyřokruhového pojistného ventilu (4) přes výstupní přípojku 21 brzdíče přívěsu (16) a „plnicí“ připojovací hlavicí (17). V případě sešlápnutí pedálu dvouokruhového brzdíče (8) je přiveden na řídicí vstupy 41 a 42 brzdíče přívěsu (16) stejný tlak vzduchu, jaký je v brzdových okruzích tažného vozidla. Výstupní přípojkou 22 a přes „ovládací“ připojovací hlavicí (18) je tento tlak vzduchu přiváděn do provozních brzd přívěsu. Při aktivaci ventilu parkovací brzdy (13) se stupňovitě sníží tlak na vstupní přípojce 43 brzdíče přívěsu (16) a to způsobí odpovídající nárůst tlaku v brzdovém okruhu přívěsu. Tím je splněn požadavek, že nouzové brzdění tažného vozidla musí vyvolat provozní brzdění přívěsu. V případě odtržení přívěsu od tažného vozidla se přeruší plnicí i ovládací hadice. Náhlý pokles tlaku vzduchu v plnicím okruhu způsobí zabrzdění přívěsu prostřednictvím brzdíče přívěsu, který je umístěn v brzdovém systému přívěsu. Tímto je splněn požadavek samočinného brzdění přívěsu při odtržení. Pokud dojde k přerušení pouze ovládací hadice, tak pokles tlaku vzduchu v ovládací připojovací hlavicí způsobí pokles tlaku i v plnicí hlavicí a přívěs je opět samočinně zabrzděn. K urychlení tohoto poklesu tlaku je brzdíč přívěsu (16) opatřen integrovaným škrťacím ventilem. [4]

4.2.3 Dvouokruhová dvouhadicová brzdová soustava s ABS tahače přívěsů/návěsů

4.2.3.1 Konstrukce

Tato brzdová soustava je téměř stejná jako předchozí dvouokruhová dvouhadicová brzdová soustava, jen je doplněna o systém ABS. Na obrázku 4 je schéma této dvouokruhové dvouhadicové brzdové soustavy s ABS.

Obr. 4: Schéma dvouokruhové dvouhadicové brzdové soustavy s ABS [4]



Stejně jako u předchozí se tato brzdová soustava skládá ze čtyř základních částí:

- **plnicího okruhu (A)**, který generuje zásobu stlačeného vzduchu s pracovním tlakem 0,8 MPa a tímto stlačeným vzduchem zásobuje:
- **okruhu provozních brzd (B)**,
- **okruhu parkovací brzdy (C)**,
- **okruhu řízení brzd přívěsu (D)**.

Tato brzdová soustava je na rozdíl od předchozí varianty doplněna o:

- regulaci brzdné síly i na přední nápravě,
- třetí nepoháněnou zvedací nápravu (provedení 6x2),
- systém ABS. [4]

4.2.3.2 Princip

Plnicí okruh (A) – Pracuje v podstatě stejně jako u předchozí varianty. Čtyřokruhový pojistný ventil (4) rozděluje stlačený vzduch do čtyř vzduchových okruhů. První a druhý okruh provozních brzd je připojen výstupními přípojkami 21 a 22 a výstupní přípojkou 23 je připojen okruh parkovací brzdy a řízení brzd přívěsu. Výstupní přípojkou 24 proudí stlačený vzduch do přidavných vzduchových systémů (a).

Okruh provozních brzd (B) – Dojde-li řidičem ke stlačení pedálu hlavního dvouokruhového brzdíče (8), ten umožní proudit stlačený vzduch ze vzduchojemu (5) výstupem 22 hlavního brzdíče (8) k přední nápravě. Hlavním brzdíčem (8) regulovaný stlačený vzduch otevře řídicí ventily (14) a bez omezení proudí do kolových brzdových válců. Hlavní brzdíč (8) pomocí výstupu 21 řídí regulátor brzdného tlaku (10). Přes zátěžový regulátor brzdného tlaku (10) je vzduch přiváděn z příslušného vzduchojemu (5) přímo do brzdových válců (9) nepoháněné zadní nápravy a do pružinových brzdových válců (11) hnací zadní nápravy. Řídicí ventil přívěsu (18) je ovládán hlavním brzdíčem (8) přes výstupy 21 a 22. Regulátor brzdného tlaku (10) je mechanicky ovládaný a samočinně redukuje tlak vzduchu v brzdách zadních náprav podle jejich zatížení, a pomocí ventilového relé v hlavním brzdíči (8) redukuje také tlak vzduchu v předních brzdách. V případě dojde-li k blokování jednoho nebo více kol dozví se tuto skutečnost elektronická řídicí jednotka (12) pomocí signálů ze snímačů otáček kol (13) a začne řídit příslušné elektropneumatické řídicí ventily (14). V brzdách kol, u kterých dochází k blokování, je brzdný tlak redukován až do odstranění nebezpečí zablokování kol. Hnací a hnaná zadní náprava jsou regulovány společně.

Okruh parkovací brzdy (C) – Konstrukce a princip činnosti je stejný jako u předchozího provedení.

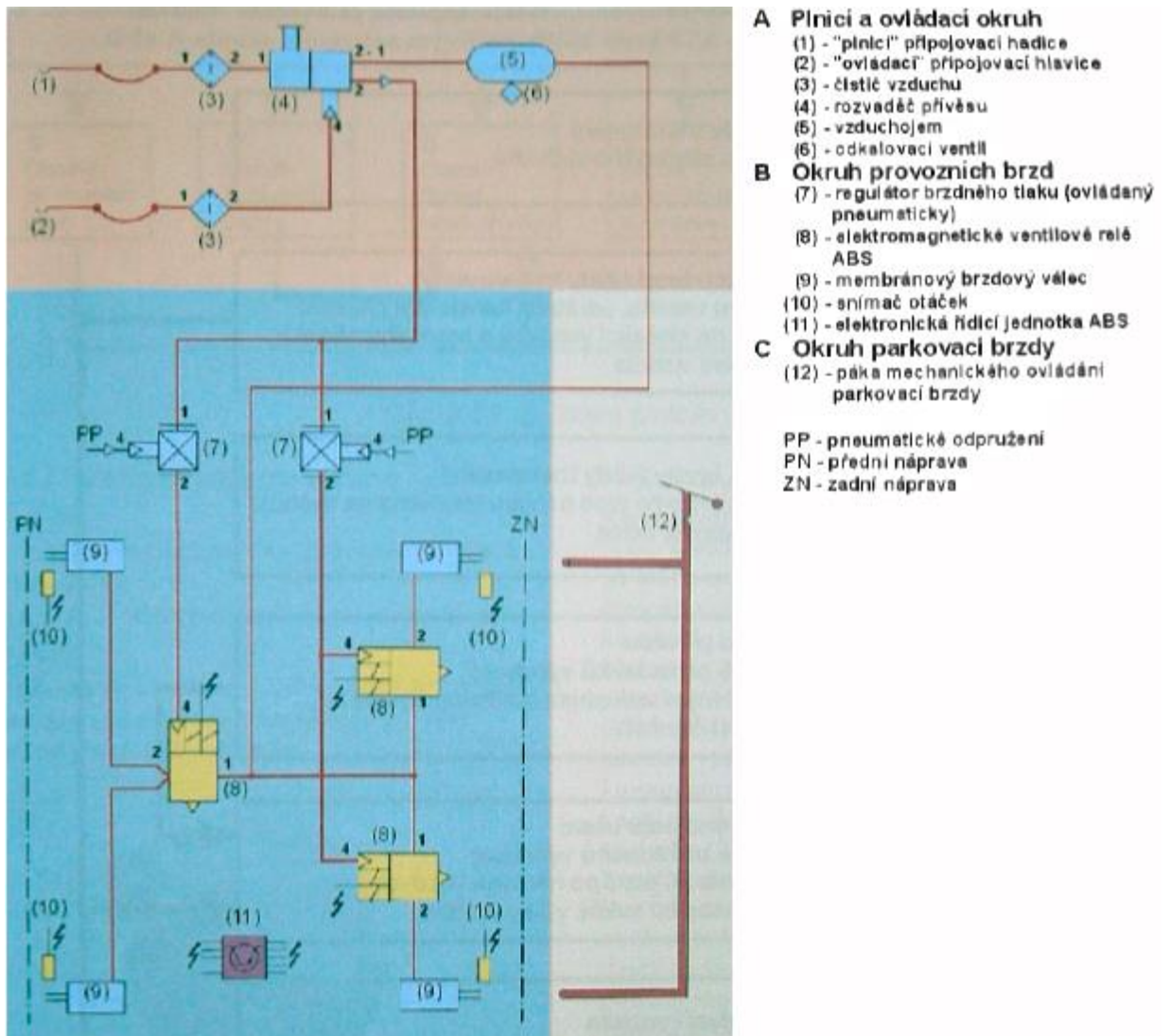
Okruh řízení brzd přívěsu (D) – Plnění a ovládání brzd přívěsu odpovídá předchozí variantě.

4.2.4 Dvouhadicová vzduchová brzdová soustava přívěsu

4.2.4.1 Konstrukce

Na obrázku 5 je schéma brzdového systému přívěsu společnosti Bosch s mechanickou parkovací brzdou a se systémem ABS.

Obr. 5: Schéma dvouhadicové brzdové soustavy přívěsu s ABS [4]



Tato dvouhadicová brzdová soustava přívěsu se skládá ze tří hlavních částí:

- **plnicího a ovládacího okruhu (A)**, který zásobuje brzdovou soustavu stlačeným vzduchem přiváděným z tažného vozidla,
- **okruhu provozních brzd (B)**,
- **okruhu parkovací brzdy (C)**. [4]

4.2.4.2 Princip

Plnicí okruh (A) – Stlačený vzduch proudí z „plnicí“ připojovací hlavice (1) plnicím potrubím přes čistič vzduchu (3) vstupní propojkou 1 a výstupní přípojkou 2-1 brzdíče (4) do vzduchojemu přívěsu (5). Plnicí potrubí je trvale spojeno s plnicí částí tažného vozidla. Z „ovládací“ připojovací hlavice (2) vede brzdové potrubí k řídicí přípojce 4 brzdíče přívěsu (4). V situaci, kdy není přívěs brzděn je toto potrubí bez tlaku. Když nastane proces brzdění tak toto potrubí přenáší brzdový tlak z tažného vozidla do brzdíče přívěsu (4).

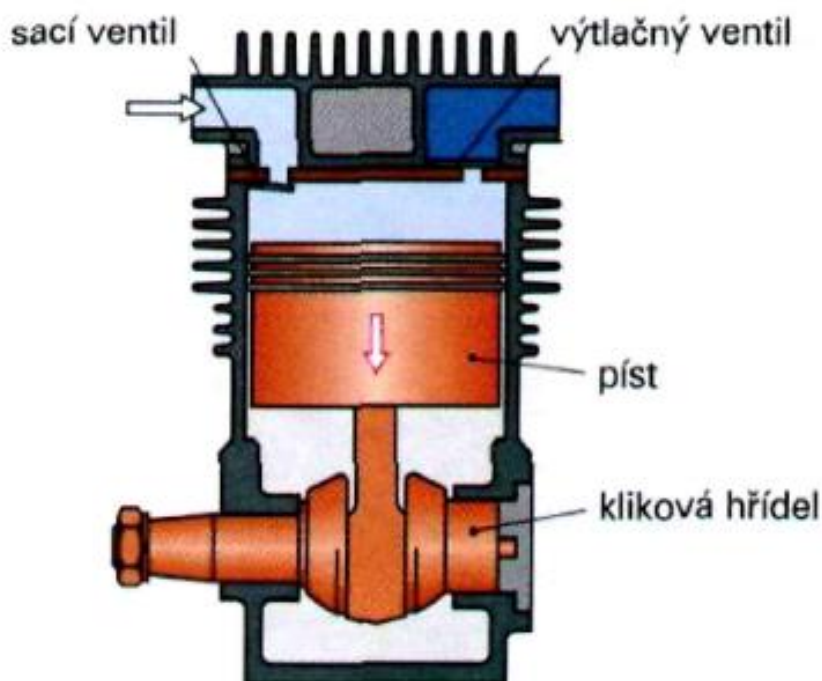
Okruh provozních brzd (B) – Vzduchový brzdový systém přívěsu je jednookruhový a působí na obě nápravy přívěsu. Při aktivaci provozní nebo parkovací brzdy tažného vozidla je brzdíč přívěsu (4) řízen nárůstem tlaku v „ovládacím“ potrubí. V této situaci je regulovaný stlačený vzduch přiváděn z tažného vozidla a proudí z výstupní přípojky 2 brzdíče přívěsu (4) přes pneumaticky řízené regulátory tlaku (7) do elektromagnetických řídicích ventilů ABS (8). Tyto elektromagnetické řídicí ventily ABS (8) se otevřou a stlačený vzduch proudí ze vzduchojemu (5) do kolových brzdových válců (9) přední a zadní nápravy. V případě odpojení přívěsu, klesne tlak v „plnicí“ hadici. Rychlý pokles tlaku zabezpečuje škrťací ventil v řídicím ventilu přívěsu, který je umístěn na tažném vozidle. Následně brzdíč přívěsu (4) přivede stlačený vzduch ze vzduchojemu (5) do kolových brzdových válců (9) a přívěs je zabrzděn. Po opětovném připojení přívěsu se brzdy přívěsu uvolní pomocí tlačítka na brzdíči přívěsu. [4]

4.2.5 Hlavní komponenty vzduchových brzdových systémů

4.2.5.1 Kompresor

Vytváří požadovaný tlak vzduchu a je tedy zdrojem energie vzduchové soustavy. Jedná se v podstatě o pístové čerpadlo, jehož klikový mechanismus je poháněn motorem vozidla zpravidla pomocí klínového řemene nebo ozubeného soukolí. Nasávání vzduchu probíhá ze sacího potrubí motoru, případně může mít kompresor svůj vlastní přívod vzduchu s čističem. Mazání kompresoru je napojeno na mazací systém motoru. Při pohybu pístu do dolní úvratě se vlivem podtlaku otevře sací ventil a vzduch se nasává do válce kompresoru. Následně se pohybuje píst do horní úvratě a vytváří se přetlak, tím se zavře sací ventil. Ve chvíli, kdy tlak vzduchu dosáhne určité hodnoty dojde k otevření výtlačného ventilu a stlačený vzduch je vytlačován do vzduchojemu. Pokud je motor v chodu, je kompresor neustále v činnosti a z toho důvodu je přebytečný vzduch vypouštěn do ovzduší pomocí regulátoru tlaku. [4]

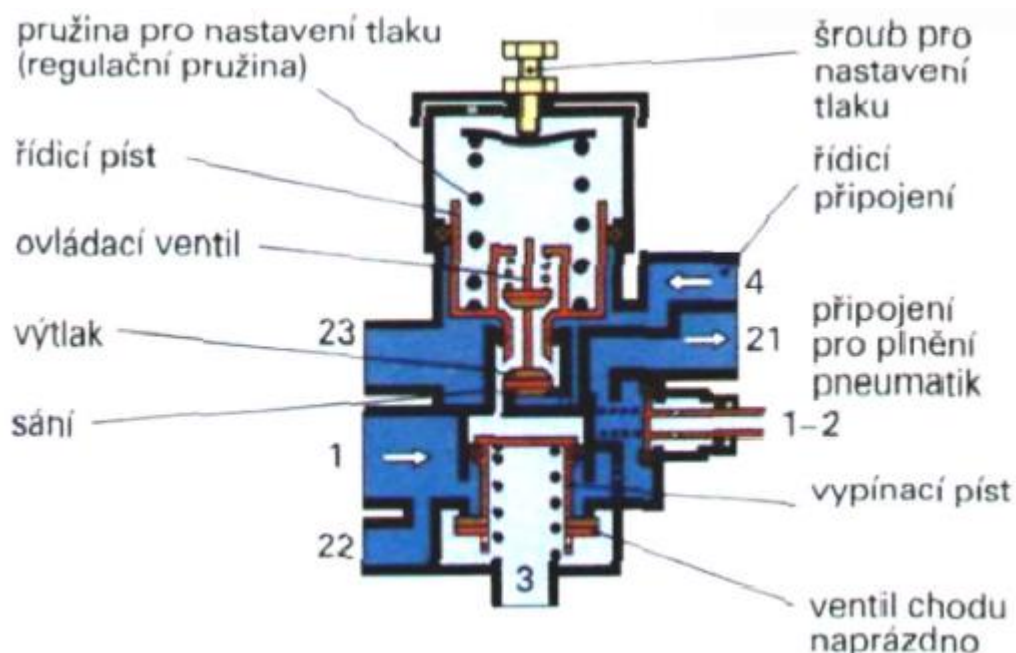
Obr. 6: Schéma jednoválcového pístového kompresoru [8]



4.2.5.2 Regulátor tlaku

Regulátor tlaku má za úkol odvést stlačený vzduch do vzduchojemu nebo do ovzduší. Vypouštěním přebytečného vzduchu do atmosféry se reguluje pracovní tlak v soustavě. Jeho součástí bývá také plnič pneumatik sloužící k huštění pneumatik vozidla a pro vnější plnění soustavy stlačeným vzduchem. Regulátor tlaku se skládá z regulační jednotky, pojistného ventilu, zpětného ventilu a plnicího zařízení. V horní části se nachází membránou ovládaný řídicí ventil a v dolní části je pístkem ovládaný vypouštěcí ventil. Dále pak vpravo dole najdeme zpětný ventil. Vpravo nahoře je umístěna přípojka pro plnění pneumatik s dvojitým ventilem. Ta u některých provedení chybí. Kromě vstupní přípojky a výstupní přípojky ke vzduchojemům, popř. k vysoušeči vzduchu, má většina regulátorů ještě přípojku pro odběr stlačeného vzduchu např. pro řídicí impulsy protimrazového zařízení. Na obrázku 7 je schéma regulátoru tlaku, kde přípojka číslo 1 označuje přívod stlačeného vzduchu z kompresoru, výstupní přípojka 21 označuje výstup ke vzduchojemům, přípojka 1-2 je výstup pro huštění pneumatik, přípojka 22 slouží jako impuls např. pro protimrazovou pumpu, přípojka 4 slouží k regulaci vysoušeče vzduchu a vývod číslo 3 je určen k upouštění stlačeného vzduchu. [4]

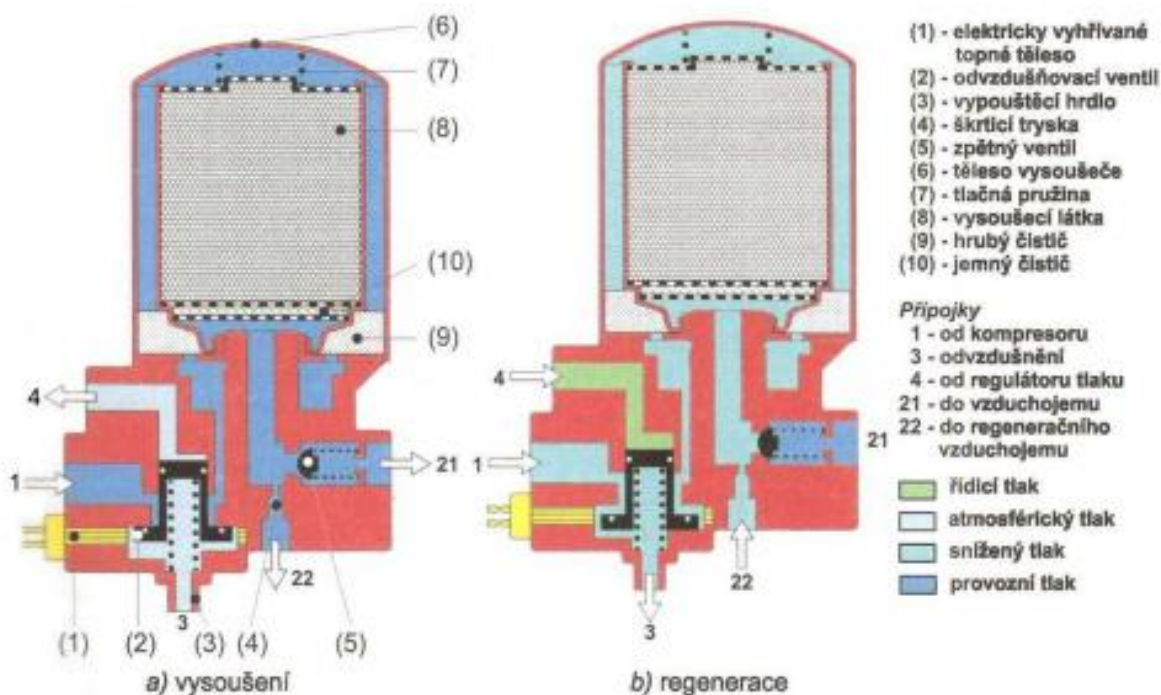
Obr. 7: Schéma regulátoru tlaku [8]



4.2.5.3 Vysoušeč vzduchu

Vzduch nasávaný z atmosféry do soustavy obsahuje vlhkost, která kondenzuje v soustavě. Voda tímto způsobem vzniklá v soustavě představuje nebezpečí z důvodu zamrznutí v zimním období, koroze, degradace pryžových dílů a odstranění mazacího filmu v komponentech brzdové soustavy. Vysoušeč se skládá z hrubého čističe vzduchu a vysoušecí látky. Čistič zachytává hrubé nečistoty a současně slouží jako předběžný odlučovač vody, protože proudící vzduch se v něm ochladí, rosný bod klesne a část vodních par zde zkondenzuje. Dále stlačený vzduch projde přes vysoušecí látku. Při pracovním tlaku v brzdové soustavě vysoušecí látka pojme mnohem větší množství vody než při atmosférickém tlaku a této zkušenosti se využívá při regeneraci vysoušeče, při které proudí vysoušečem vzduch o atmosférickém tlaku a tím se uvolňuje vlhkost z vysoušecí látky do tohoto regeneračního vzduchu a ten spolu s odebraným kondenzátem uniká do ovzduší. [4]

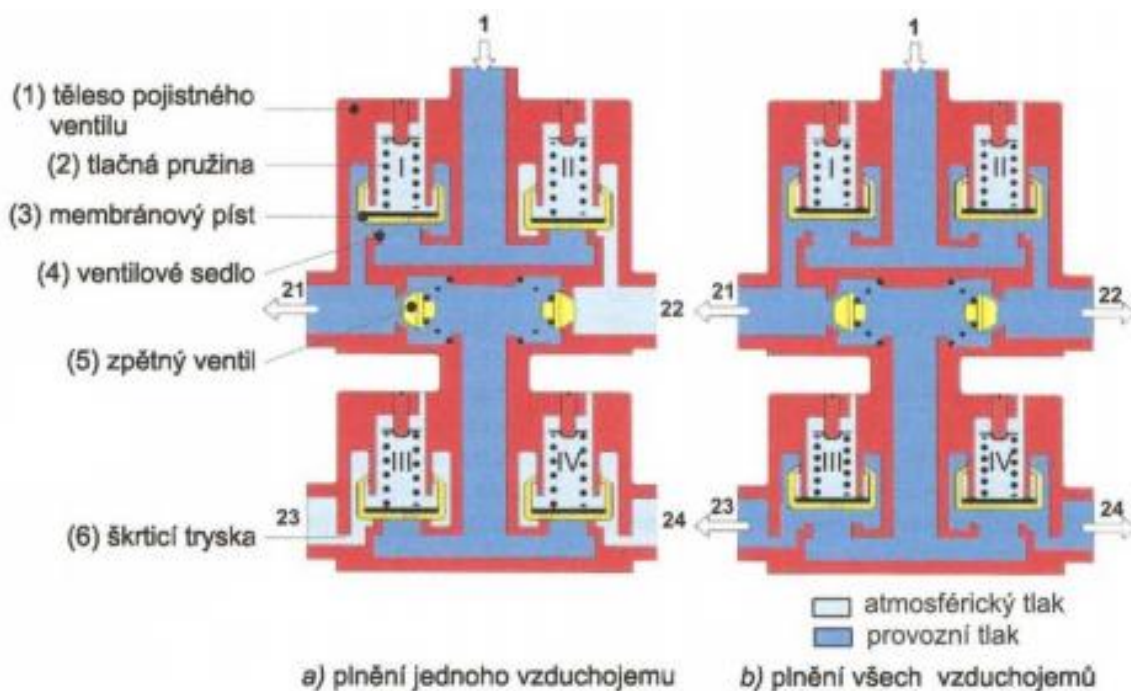
Obr. 8: Schéma vysoušeče vzduchu [4]



4.2.5.4 Čtyřokruhový pojistný ventil

Jedná se o zařízení, jehož úkolem je u dvouokruhové brzdové soustavy zásobovat stlačeným vzduchem a chránit před nadměrným tlakem oba brzdové okruhy, okruh parkovací brzdy, okruh brzd přívěsu a okruh přidavných vzduchových zařízení.

Obr. 9: Schéma čtyřokruhového pojistného ventilu [4]



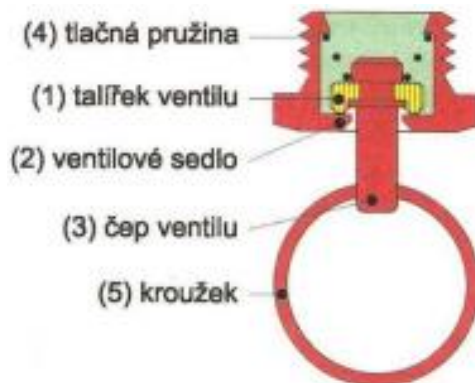
Čtyřokruhový pojistný ventil tvoří čtyři přepouštěcí ventily a ty mají omezené zpětné proudění. Jsou řízeny po dvou za sebou nebo centrálně (pracují současně). [4]

4.2.5.5 Odkalovací ventil

Odkalovací ventil slouží k vypouštění zkondenzované vody ze vzduchojemu vzduchové soustavy. U vzduchových soustav bez vysoušeče vzduchu zabraňuje zmenšování objemu stlačeného vzduchu zapříčiněné zvyšováním hladiny nashromážděné zkondenzované vody. V případě vzduchových soustav s vysoušečem vzduchu pak odkalovací ventil kontroluje jeho funkčnost.

Tlačná pružina tlačí talířek ventilu proti ventilovému sedlu a uzavírá ventil. Zatáhnutím za kroužek (viz obrázek 10) se oddálí talířek od sedla ventilu a tím se ventil otevře a kondenzát vyteče ven ze vzduchové soustavy. [4]

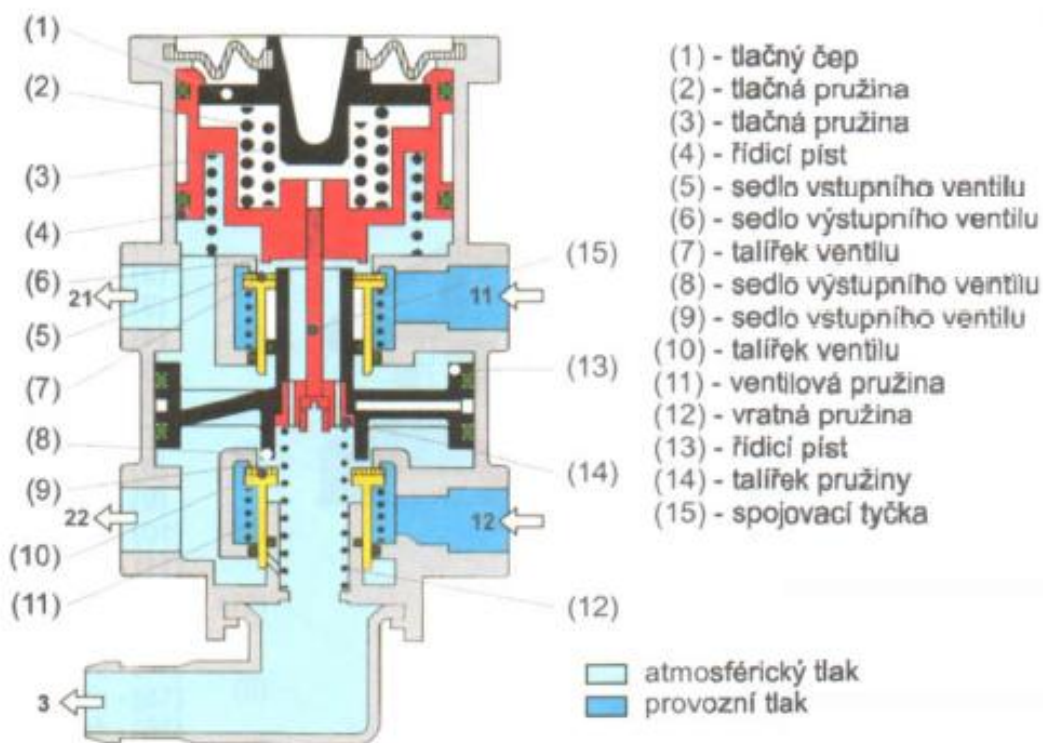
Obr. 10: Schéma odkalovacího ventilu [4]



4.2.5.6 Dvouokruhový hlavní brzděč

Dvouokruhový hlavní brzděč má za úkol řídit dva na sobě nezávislé vzduchové okruhy tažného vozidla, přes řídicí ventil přívěsu ovládat připojený přívěs a v případě poruchy jednoho z okruhů zajišťuje nouzové brzdění vozidla. Oba dva nezávislé okruhy provozních brzd mají společné ovládací orgány řízení brzdovým pedálem a jsou uspořádány za sebou. Sedla vstupních ventilů obou okruhů jsou pevně vytvořena v tělese brzděče. Vytvoření stejného tlaku v obou okruzích při brzdění zajišťuje řídicí píst. [1] [4]

Obr. 11: Schéma dvouokruhového hlavního brzděče [4]

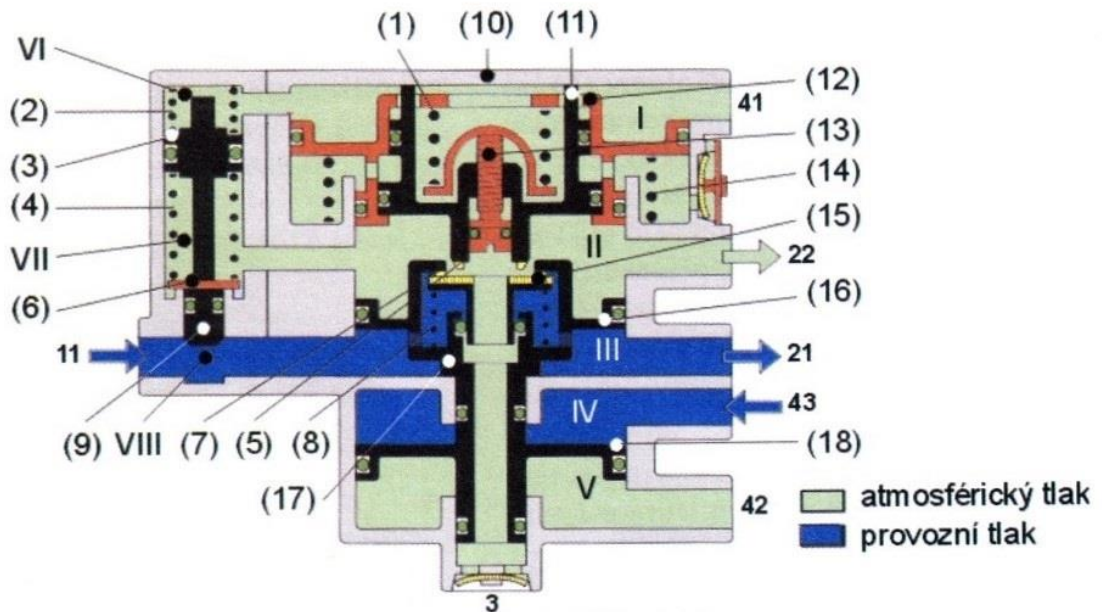


4.2.5.7 Brzdič (rozvaděč) přívěsu

Nákladní automobily s dvouhadicovou brzdovou soustavou mají rozvaděč přívěsu umístěný na tažném vozidle. Jeho úlohou je zásobovat brzdovou soustavu přívěsu stlačeným vzduchem a řídit její činnost. Jedná se v podstatě o ventilové relé vybavené několika ventily řízenými vzduchovými komorami, které zavzdušňují nebo odvzdušňují brzdové potrubí. Na obrázku 12 uvedené komory I a V s přípojkami 41 a 42 (z hlavního brzdiče) pracují s nárůstem tlaku a komora IV s přípojkou 43 (z ventilu parkovací brzdy) pracuje s poklesem tlaku. S rozvaděčem je pomocí příruby pevně spojen škrťací ventil, přes který je od vzduchojemu přes přípojku 11 veden stlačený vzduch až do přípojky 21 do „plnicí“ přípojovací hlavice. Během provozu se brzdič přívěsu může dostat do několika situací, např. klidová poloha (obrázek 12) je situace za provozu stroje bez brzdění. Při provozním brzdění je přiváděn řídicí tlak přípojkou 41 do komory I a přípojkou 42 do komory V, řídicí píst (12) se posouvá dolů proti tlačné pružině (14) a uzavírá vypouštěcí ventil (5). Vstupní ventil (7) se otevře a stlačený vzduch proudí do komory II a následně do ovládací brzdové hadice přívěsu přípojkou 22. Brzdění ventilem parkovací brzdy probíhá snížením či úplným poklesem tlaku v komoře IV, tím dojde k posunutí reakčního pístu (16) směrem nahoru a k otevření vstupního ventilu (7). Stlačený vzduch proudí z komory III do komory II a dále přípojkou 22 do ovládací brzdové hadice přívěsu. V případě poruchy prvního brzdového okruhu (přípojka 41) přebírá řídicí funkci řídicí píst (18) místo původního řídicího pístu (12). Kvůli tomu, že řídicí píst (18) má menší činnou plochu než řídicí píst (12), je zapotřebí vyvinout větší řídicí tlak. Při poruše druhého brzdového okruhu (přípojka 42) se na činnosti řídicího ventilu přívěsu nic nemění a pracuje jako v neporušeném okruhu. V případě poruchy brzdového okruhu přívěsu se při provozním brzdění vytvoří tlak vzduchu v přípojce 41 a ten působí na řídicí píst (3) v komoře VI. Při porušení ovládací brzdové hadice přívěsu se nemůže v přípojce 22 a v komorách II a VII vytvořit žádný tlak. Dojde tedy k postupnému uzavření škrťacího ventilu (9) a mezi přípojkami 11 a 21 neproudí stlačený vzduch. Tlak vzduchu v plnicí hadici (přípojka 21) rychle klesá a stejně jako při utržení/odpojení, vyvolá brzdič přívěsu (umístěný na přívěsu) jeho samočinné brzdění. [4]

[1]

Obr. 12: Schéma dvouhadicového brzdiče přívěsu [4]



- (1) - tlačná pružina
- (2) - tlačná pružina
- (3) - řídicí píst škrtkového ventilu
- (4) - předepjatá pružina
- (5) - sedlo vypouštěcího ventilu
- (6) - kotouč
- (7) - sedlo vstupního ventilu
- (8) - tlačná pružina
- (9) - čep škrtkového ventilu
- (10) - těleso řídicího ventilu přívěsu
- (11) - řídicí píst
- (12) - řídicí píst
- (13) - seřizovací šroub
- (14) - tlačná pružina
- (15) - talířek ventilu
- (16) - reakční píst
- (17) - spojovací kroužek
- (18) - řídicí píst

I...VIII - pracovní prostory

Připojky:

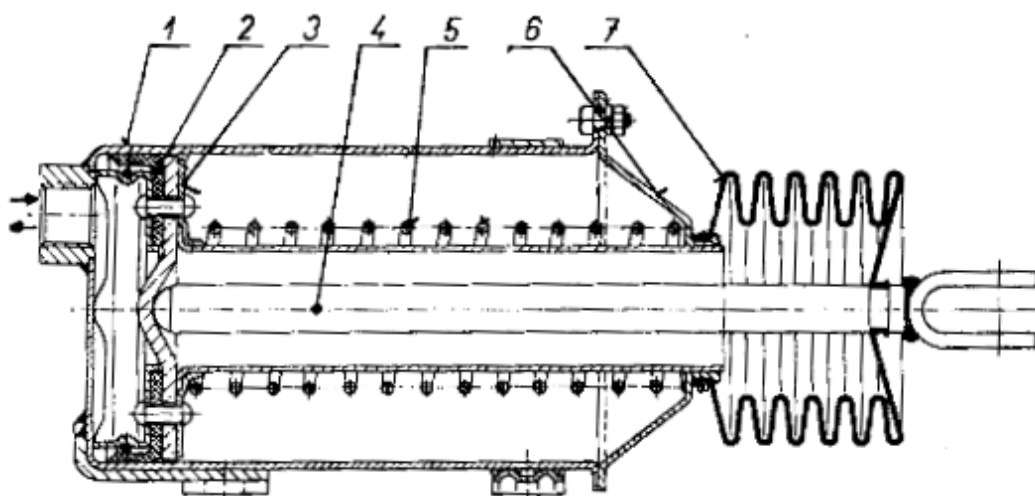
- 3 - odvědušňovací (do atmosféry)
- 11 - od vzduchojemu
- 21 - do "plnicí" připojovací hlavice
- 22 - od "ovládací" připojovací hlavice
- 41 - od 1. okruhu hlavního brzdiče
- 42 - od 2. okruhu hlavního brzdiče
- 43 - od ovládacího ventilu parkovací brzdy

4.2.5.8 Pístový brzdový válec

Brzdové válce uvádí do činnosti kolové brzdy přeměnou tlaku vzduchu na mechanickou sílu. Pístové brzdové válce se používají většinou u bubnových brzd a pro rozpínání brzdových čelistí se používá brzdový klíč nebo S-vačka.

Pístový brzdový válec tvoří ocelové těleso (1) s vloženým pístem (3), těsnící manžetou (2) a pístnicí (4). Vratná pružina (6) udržuje píst v klidové poloze. Víko válce (6) spolu s protiprachovou manžetou (7) uzavírá válec. Přívodním hrdlem vstupuje stlačený vzduch do válce (1), ze kterého vytlačuje píst (3), stlačuje vratnou pružinu (5) a nastává proces brzdění. Přes pístnici (4) se tento pohyb přenáší na brzdovou páku rozevíracího klíče čelistí. Při odbrzdění se válec odvzdušní a vratná pružina (5) způsobí pohyb pístu (3) zpět do výchozí polohy. [4] [1]

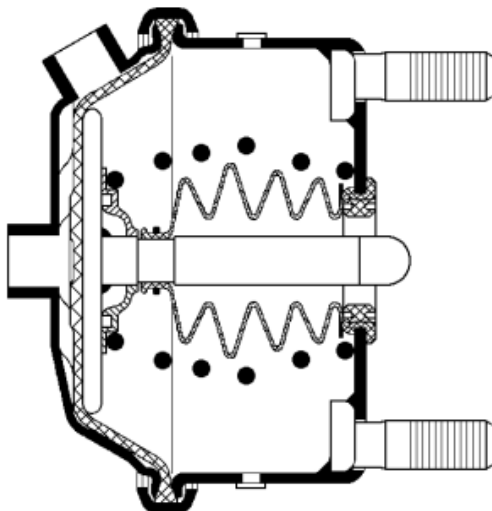
Obr. 13: Schéma pístového brzdového válce [1]



4.2.5.9 Membránový brzdový válec

Membránový brzdový válec také převádí tlak vzduchu na mechanickou sílu. V současnosti je více používaný, protože má modernější konstrukci. Membránové brzdové válce se používají jak pro kotoučové brzdy, tak pro brzdy bubnové. Jedna z variant pro bubnové brzdy je membránový brzdový válec s klínovým rozpínacím mechanismem. Membránový brzdový válec se skládá z víka a dna válce. Mezi nimi je sevřena membrána, která působí na pístnici. Systém vratných pružin zajišťuje zpětný pohyb pístnice při odbrzdění. [1]

Obr. 14: Schéma membránového brzdového válce pro použití s kotoučovou brzdou [9]

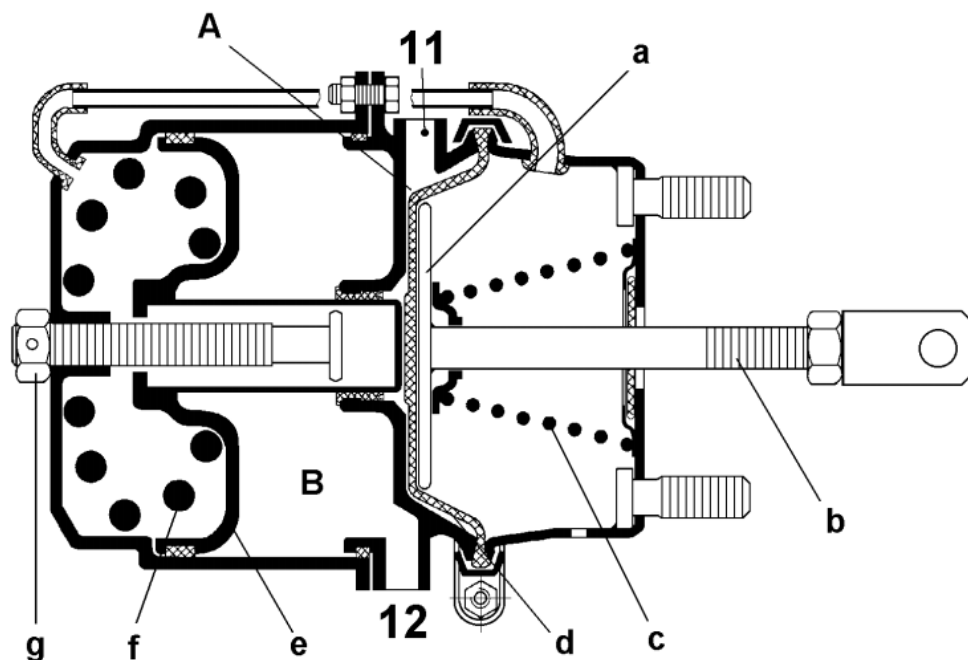


4.2.5.10 Kombinovaný pružinový brzdový válec

Používá se na zadních nápravách nákladních automobilů a na nápravách přípojných vozidel. Využívá se pro provozní brzdění (ovládané hlavním brzdícím), nouzové a parkovací brzdění (ovládané ventilem ruční brzdy se samostatným okruhem). Kombinovaný brzdový válec se skládá ze dvou pracovně oddělených brzdových válců umístěných v jednom tělese za sebou. První z nich je membránový brzdový válec sloužící k provoznímu brzdění a druhý pístový brzdový válec je využíván pro parkovací brzdu. Oba brzdové válce působí společně na pístnici. Konstrukce tohoto brzdového válce je zobrazena na obrázku číslo 14.

V případě aktivování parkovací brzdy a zastaveného vozidla je pístnice (b) vysunuta a je zabrzděno pomocí tlačné pružiny (f). Na přípojkách 11 a 12 je atmosférický tlak. Po přivedení stlačeného vzduchu na přípojku 12 dojde ke stlačení pružiny (f) pístem (e) a pomocí tlačné pružiny (c) se zasune pístnice (b), tím dojde k odbrzdění vozidla. Pokud je vozidlo v provozu je nutné do přípojky 12 stále přivádět stlačený vzduch. Při používání provozního brzdění je přiváděn stlačený vzduch do přípojky 11 a ten způsobí vysunutí pístnice (b) a tedy stlačení pružiny (c). Tím dojde k převodu stlačeného vzduchu na mechanickou sílu a ta dále působí na brzdový mechanismus. [4] [1]

Obr. 15: Schéma kombinovaného pružinového brzdového válce [9]



5 Zpomalovací (odlehčovací) brzdy

Jak název napovídá, zpomalovací brzdy slouží ke zpomalení vozidla, tedy ke zmírnění nebo omezení jeho rychlosti. Využívá se zejména při sjíždění dlouhých svahů, kde je nebezpečí přehřátí třecích brzd. Účinek zpomalovacích brzd roste spolu s rychlostí vozidla. Na rozdíl od brzd třecích, pracují tyto brzdy bez opotřebení, protože brzdnou energii přeměňují na teplo bez tření. Nelze je použít jako brzdy parkovací, protože jsou v činnosti pouze, když se vozidlo pohybuje. Za nejjednodušší zpomalovací brzdou, kterou je vybaven dokonce i osobní automobil, se dá považovat tzv. brzdění motorem. Zpomalení způsobí pasivní odpory v naprázdno běžícím motoru při zařazeném převodovém stupni. Motor tedy pracuje jako kompresor. Další systémy zpomalovacích brzd jsou uvedeny níže. [1]

5.1 Výfuková brzda

Brzdny účinek motoru se zařazeným převodovým stupněm (tzv. brzdění motorem) lze zvýšit utěsněním výfukového potrubí. K tomu se nejčastěji používá ploché šoupátko nebo klapka ve výfukovém potrubí blízko motoru. Zároveň je nutné spolu s uzavřením výfukového potrubí přerušit i dodávku paliva do motoru. S rostoucími otáčkami motoru se výrazně zvyšuje účinnost tohoto systému brzdění. Z důvodu menší celkové účinnosti se výfuková klapka, i přes jednoduchost tohoto typu výfukové brzdy, používá v kombinaci s dalšími systémy. [4] [10]

5.2 Motorová brzda

Existuje několik konstrukcí a systémů motorové brzdy. Základem každé z nich je však funkce na stejném principu odpouštění motorem stlačeného vzduchu. Do motoru je přerušena dodávka paliva a ve válci motoru se stlačuje vzduch, tím se spotřebovává práce. Během komprese, nebo na konci, se stlačený vzduch vypouští do výfuku, jinak by stlačený vzduch dodával energii pístu při pohybu z horní do dolní úvratě a brzdny účinek by byl nižší. Obecně lze konstatovat, že motorové brzdy jsou konstrukčně poměrně jednoduché a spolehlivé, avšak velmi hlučné. [4]

5.2.1 Jacobsonova motorová brzda (Jake Brake)

Motorová brzda používaná již od sedmdesátých let v nákladních vozidlech převážně americké produkce, kde se používá stále. Několik stupňů před horní úvratí se za pomoci hydraulicky ovládaného pístku pootevře výfukový ventil přibližně na 1,5 až 2 mm, tím se sníží tlak vytvořený ve válci stlačením plynu. Tímto způsobem se zvyšuje brzdící výkon na cca 60% výkonu motoru. [11] [1]

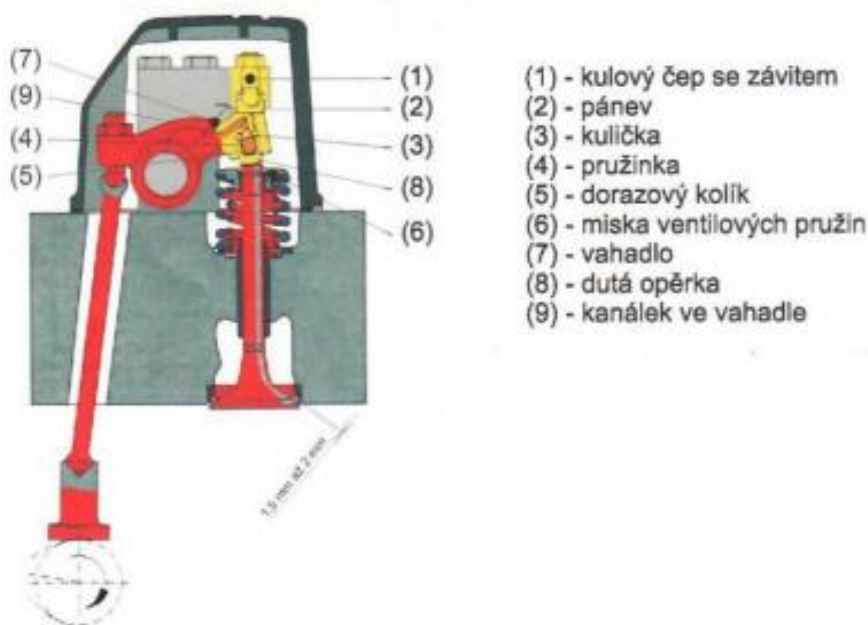
5.2.2 Volvo VEB (Volvo Engine Brake)

Jedná se o kombinaci upravené motorové kompresní brzdy typu Jake Brake a výfukové klapky. Volvo pro ně používá označení EPG (Exhaust Pressure Governor) a VCB (Volvo Compression Brake). Hlavní rozdíl mezi Jacobsonovou brzdou je ten, že VEB při sání pootevře na krátký moment výfukové ventily a dochází k sání z výfuku. Tento systém motorové brzdy dosahuje velmi dobré účinnosti a využívá se u vozidel značky Volvo i v současnosti. [12] [13] [1]

5.2.3 MAN-EVB (Exhaust Valve Brake)

Stejně jako u předchozích odlehčovacích brzd je u této využíváno pootevření výfukového ventilu a tím uvolnění stlačeného vzduchu z válce motoru. Tento systém představila firma MAN v roce 1996 a zkonstruován byl pracovníky sesterské firmy Steyer. Základem tohoto systému je poznatek, že při uzavření výfukové klapky dojde vlivem přetlaku ve výfukovém potrubí k mírnému pootevření výfukového ventilu. V této poloze je ventil zaaretován a motorová brzda je v činnosti. Samozřejmostí je, během funkce motorové brzdy, přerušení dodávky paliva do motoru. [4] [1]

Obr. 16: Schéma motorové brzdy MAN-EVB [4]



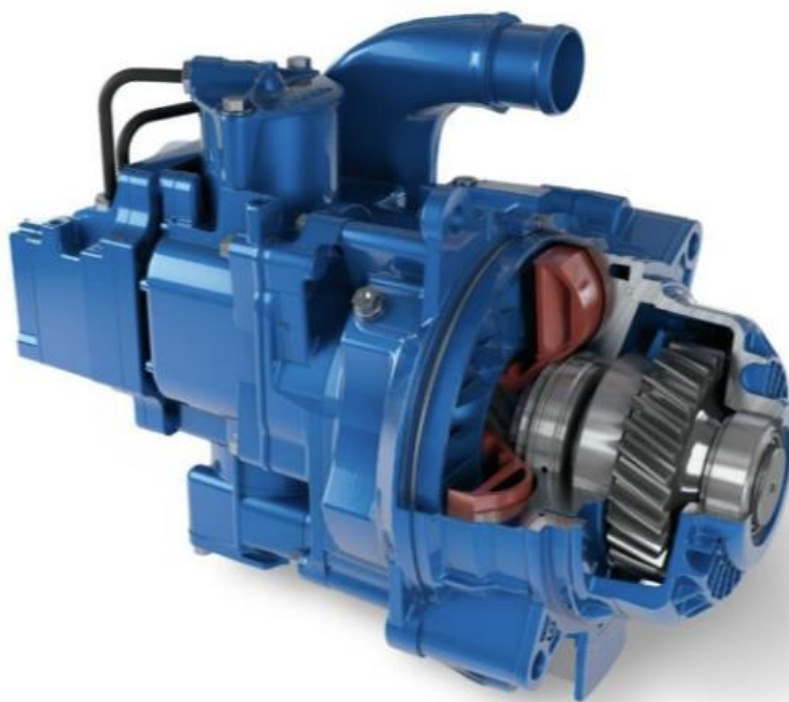
5.3 Hydrodynamické brzdy

Principem je, že mechanická energie hnací hřídele je rotorem měněna na kinematickou energii kapaliny a ta se dále mění v teplo. K tomu dochází díky tření v kapalině v uzavřeném prostoru. Brzda je tvořena dvěma lopatkovými koly. První kolo je stator pevně spojen se skříní brzdy a druhé rotor poháněný obvykle spojovací kloubovou hřídelí. Rotorem je kapalina (hydraulický olej) vrhána na lopatky statoru a zde je kapalina brzděna. Zpomalováním proudu kapaliny v lopatkách statoru docílíme brzdění otáčení rotoru a tím i brzdění vozidla. Vlivem vzniku velkého tepla převodem energie je nutné chlazení kapaliny např. chladičem oleje vzduch/olej nebo výměníkem olej/voda. K tomu je zapotřebí

dostatečně dimenzovaný celý chladicí okruh. Regulace brzdného účinku se provádí změnou tlaku a množství kapaliny v těle brzdy. Hydrodynamické retardéry mají nevýhodu v poměrně drahé konstrukci, avšak díky nízké hmotnosti jsou hojně využívány nejen v provedení samotného zařízení montovaného na spojovací hřídel vozidla, ale i jako intarder, který je integrovaný přímo v převodovce. [4] [1]

Nejznámějšími výrobci hydrodynamických retardérů jsou společnosti Voith a ZF. Společnost Voith poprvé v roce 2002 na výstavě IAA v Hannoveru představila retardér využívající jako kapalinu motorovou chladicí kapalinu místo hydraulického oleje. Konstrukce i princip je podobný jako u olejového retardéru, ale díky spojení s chladicím systémem motoru, odpadá nutnost vlastního chladicího systému pro retardér. Hlavní výhodou je menší velikost celého retardéru a je až od 35 kg lehčí než olejový retardér stejného brzdného výkonu. Společnost Voith vyrábí dva druhy tohoto retardéru, a to Voith Aquatarde PWR (Primary Water Retarder) a SWR (Secondary Water Retarder). Zatímco PWR je umístěn přímo na motoru v prostoru rozvodů a rotor je pevně spojen přímo s klikovou hřídelí, tak SWR je samostatné zařízení montované na spojovací hřídel. [14] [15] [16]

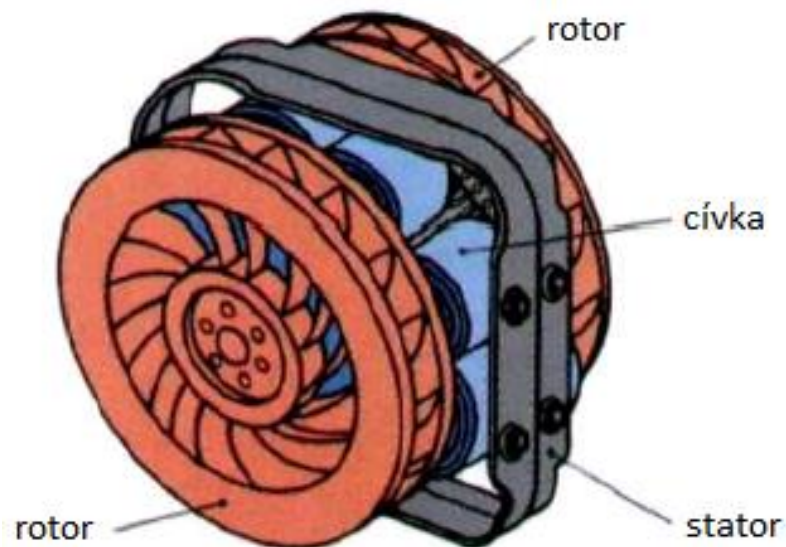
Obr. 17: Schéma hydrodynamického retardéru Voith Aquatarde SWR [15]



5.4 Elektromagnetické vířivé brzdy

Zpomalovacího účinku se dosahuje působením magnetického pole na otáčející se kotouč. Na statoru jsou pravidelně rozmístěny cívky, které vytváří elektromagnetické pole a v tomto poli se otáčejí dva kotouče z magneticky měkkého materiálu, které jsou poháněny hnacím hřídelem. Brzdný účinek je možné regulovat změnou velikosti elektrického proudu. Ovládání probíhá z pravidla páčkou na přístrojové desce. Výhodou elektromagnetické brzdy je velký a poměrně snadno regulovatelný brzdný účinek, spolehlivost a bezúdržbovost. Nevýhodou je značná hmotnost (až 300 kg), vysoká cena (ve srovnání s motorovými brzdami) a silné zahřívání kotoučů při dlouhotrvajícím brzdění, proto je nutné retardér chladit. To je uskutečněno proudem vzduchu usměrněného lopatkami na rotorech, ale i náporovým vzduchem při pohybu vozidla. Elektromagnetické retardéry jsou umístěny za převodovkou před spojovací hřídelí k rozvodovce, nebo mezi převodovkou a rozvodovkou propojený dvěma spojovacími hřídeli. [4] [1]

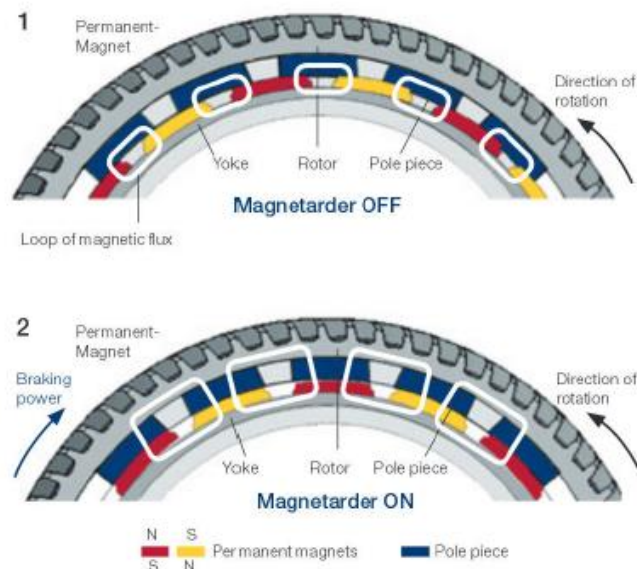
Obr. 18: Schéma elektromagnetické vířivé brzdy [4]



5.5 Magnetické brzdy

Společnost Voith poprvé v roce 2008 na výstavě IAA představila retardér Magnetarder s permanentními magnety a dále v roce 2010 představila druhou generaci, který je lehčí a kompaktnější než jeho předchůdce. Tento retardér je převážně určen pro nákladní automobily a autobusy o celkové hmotnosti od 7,5 do 16 tun. Skládá se ze statoru, na kterém jsou umístěny magnety ležící vedle sebe a mají vždy opačně orientované póly a rotoru složeného z otočných jader z feromagnetického materiálu s tím, že jejich otočení je ovládáno vzduchovým válcem. Princip brzdění je podobný jako u elektromagnetického retardéru, a tedy brzdný moment vzniká tím, že v magnetickém poli se pohybuje rotor, jak je vidět na obrázku číslo 17. [17] [18]

Obr. 19: Schéma magnetického retardéru Voith Magnetarder [18]

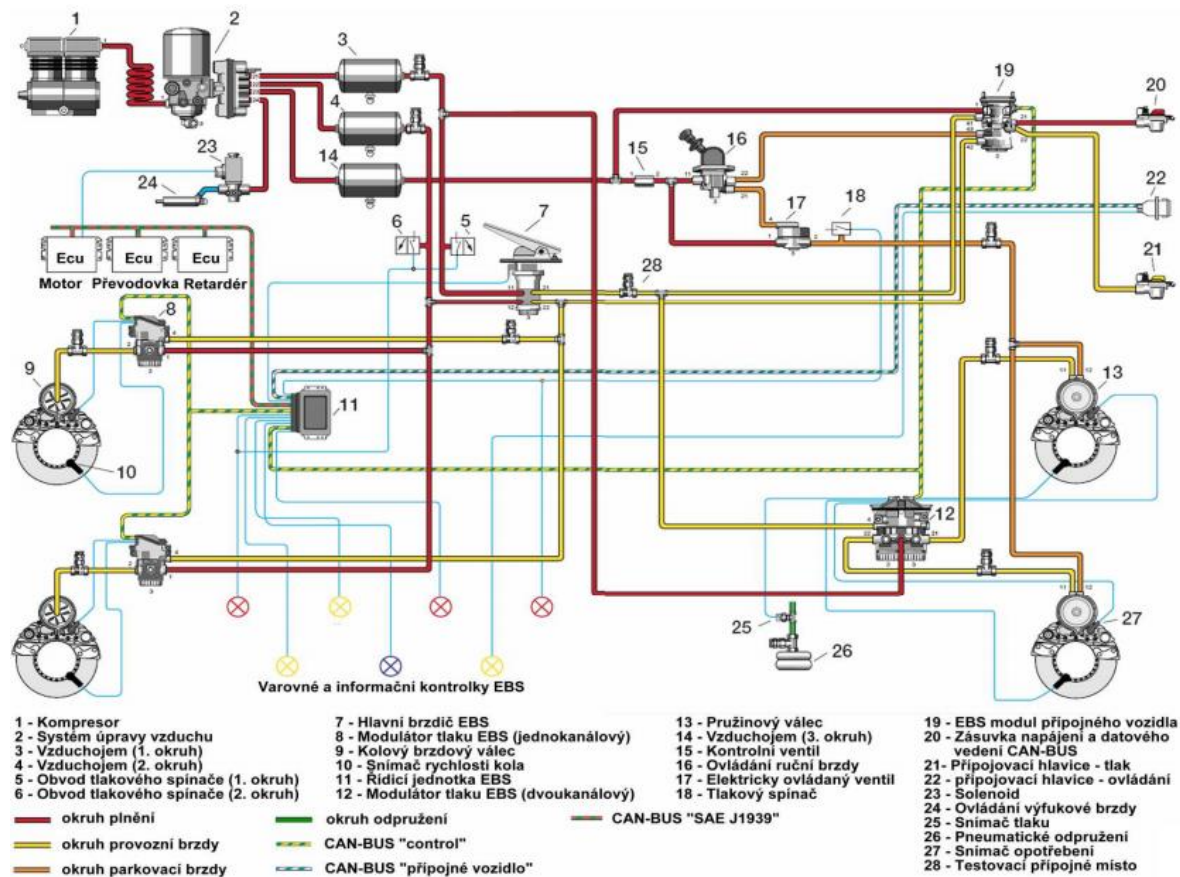


6 Elektronická brzdová soustava EBS

Vývoj a následné využití elektronických systémů u nákladních systémů nezůstal pouze u systému ABS. V dnešní době je možné v nákladních automobilech nalézt obdobné systémy jako v automobilech osobních. U nákladních vozidel se elektronické brzdové systémy obecně označují jako EBS (Electronic Brake System), jejichž základem je zcela nezávislý brzdový systém vycházejícím z klasické vzduchové brzdové soustavy, ale místo mechanicko-pneumatického ovládání a řízení je vybaveno elektrickým ovládáním (aktuátory, servy) a s velkým množstvím senzorů. Například elektronicky řízené modulátory tlaku nahradili u systému ABS dříve používané reléové ventily a aktuátory kromě regulace

tlaku vzduchu zajišťují také sběr a zpracování signálů ze senzorů. Nahrazením určité části klasického pneumatického vedení za elektrické se zbavíme nedokonalostí spojených s dynamikou plynu (stlačitelnost, přenos tlakových vln), získáme zkrácení reakční doby systému a výrazně rychlejší odezvu brzdového systému. EBS je integrována do elektronického systému vozidla a komunikace mezi řídicími jednotkami probíhá po sběrnici CAN-BUS a díky tomu je umožněna určitá spolupráce veškerých brzdových systémů řízených elektronicky pomocí řídicích jednotek (provozní brzdy, parkovací brzdy a odlehčovací brzdy). Pomocí všech signálů a informací je centrální řídicí jednotka schopna určit brzdový tlak pro každé kolo zvlášť. Nastavení brzdného tlaku zajišťují modulátory ovládané signálem z centrální řídicí jednotky EBS. EBS je hlavní systém a je zpravidla tvořen několika dalšími podsystémy, některé z nich jsou např.: ABS (protiblokovací systém), ASR (protipokluzová regulace) a ESP (stabilizační systém). [4] [19]

Obr. 20: Schéma okruhu elektro-vzduchového brzdového systému EBS [4]



7 Závěr

Brzdové systémy patří určitě k jedním z nejdůležitějších prvků na vozidle a dochází k jejich neustálému zdokonalování. To je způsobeno stále většími požadavky a nároky na bezpečnost všech druhů vozidel. Vzhledem k růstu rychlosti a zvyšování hmotností vozidel je nutné brzdové systémy vyvíjet stále dál. Dochází ke zdokonalování podpurných elektronických systémů a k jejich vzájemnému kombinování. Stále by ale obsluha vozidla měla mít na paměti, že žádné brzdy nejsou schopny vozidlo okamžitě zastavit. Jen za pomoci dostatečného předvídání a defenzivní jízdy jsme schopni se vyhnout zbytečným dopravním nehodám.

Cílem této bakalářské práce bylo přiblížit princip a konstrukci brzdových systému nákladních vozidel. V první části práce jsem uvedl legislativní požadavky na brzdové systémy vozidel stanovené vyhláškou Ministerstva dopravy a předpisem Evropské hospodářské komise Spojených národů. V druhé nejobsáhlejší části jsem se věnoval jednotlivým typům brzdových soustav nákladních vozidel, a zvláště pak vzduchovým brzdovým systémům, které jsou u nákladních vozidel nejpoužívanější a nejdůležitější. Zde jsem popsal a vysvětlil princip funkce jednotlivých brzdových soustav a také jsem zde popsal konstrukci a funkci základních součástí systému vzduchových brzd. V poslední části této bakalářské práce jsem se věnoval odlehčovacím brzdám od základních a jednoduchých systémů, jako jsou výfuková klapka a motorová brzda až ke komplexnějším zařízením jako jsou hydrodynamické a elektromagnetické retardéry. Uvedl jsem zde základní druhy systémů, které se používají. Konstrukce i princip je u všech výrobců obdobný i když je každý může označovat jiným způsobem. V závěru práce jsem vzhledem k obsáhlosti tohoto tématu uvedl pouze základní informace elektronického brzdového systému a vyjmenoval část subsystémů, které EBS obsahuje.

8 Seznam použitých zdrojů

- [1] VLK, František. *Podvozky motorových vozidel*. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-239-0026-9.
- [2] *Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích*. In: . [cit. 2019-10-23]: Ministerstvo vnitra ČR, [online]. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=27607>
- [3] *Předpis EHK/OSN č. 13 – Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel kategorií M, N a O z hlediska brzdění*. In: . [cit. 2019-10-23], [online]. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:257:0001:0196:CS:PDF>
- [4] JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jiří ČUPERA. *Automobily*. 6. vydání. Brno: Avid, spol. s r.o., 2018. ISBN 978-80-87143-36-0.
- [5] Stručný úvod do konstrukce nákladního automobilu, 2.díl. *Liaz navždy* [online]. [cit. 2019-11-19], [online] [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: <http://www.liaznavzdy.cz/nedtrans/konstrukce2.php>
- [6] SCHRÖTER, Zdeněk. *Autoškola? Pohodlně!: pro skupiny C, D*. Vyd. 1. Plzeň: Zdeněk Schröter, 2019. ISBN 978-80-87803-15-8.
- [7] Truck Parking Brakes. *Forensicmechanicalengineers* [online]. [cit. 2019-11-19], [online] [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: <https://www.forensicmechanicalengineers.com.au/truck-parking-brakes/>
- [8] GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. 3., přeprac. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-17-7.
- [9] Systémy a součásti užitkových vozidel. *Inform.wabco-auto.com* [online]. [cit. 2020-01-22], [online] [cit. 2020-01-22]. Dostupné z: <http://inform.wabco-auto.com/intl/pdf/815/00/03/8151500033.pdf>
- [10] Exhaust brake valve. *Google patents* [online]. [cit. 2020-01-22], [online] [cit. 2020-01-22]. Dostupné z: <https://patents.google.com/patent/US4054156?oq=inassignee:The+Jacobs+Ma>
- [11] How Jake Brakes work. *Todayifoundout* [online]. [cit. 2020-01-22], [online] [cit. 2020-01-22]. Dostupné z: <http://www.todayifoundout.com/index.php/2011/10/how-jake-brakes-work/>
- [12] Volvo Trucks. *Volvo Trucks* [online]. [cit. 2020-01-25], [online] [cit. 2020-01-25]. Dostupné z: https://stpi.it.volvo.com/STPIFiles/Volvo/FactSheet/EBR-VEB_Eng_10_2110343.pdf
- [13] Mapping the Brake Energy in Articulated Haulers. *Diva Portal* [online]. [cit. 2020-01-25], [online] [cit. 2020-01-25]. Dostupné z: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:829655/FULLTEXT01.pdf>
- [14] Voith Aquatarder PWR. *Voith* [online]. [cit. 2020-03-27], [online] [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <http://voith.com/corp-en/braking-systems/retarders-trucks/voith-aquatarder-pwr.html>
- [15] Voith Aquatarder SWR. *Voith* [online]. [cit. 2020-03-27], [online] [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <http://voith.com/corp-en/braking-systems/retarders-bus/voith-aquatarder-swr-bus.html>

- [16] Voith The Magazine od Perspectives. *Voith* [online]. [cit. 2020-03-27], [online] [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: https://voith.com/corp-en/VT_PERSPECTIVES_01_12_EN.pdf
- [17] Voith Magnetarder. *Autotechnika* [online]. [cit. 2020-03-27], [online] [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://autotechnika.hu/cikkek/futomu/9343/voith-magnetarder>
- [18] Voith Magnetarder. *Voith* [online]. [cit. 2020-03-27], [online] [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <http://www.voith.com/ca-en/voith-magnetarder-bus/voith-magnetarder-bus-25620.html>
- [19] VLK, František. *Automobilová elektronika*. Vyd. 1. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
- [20] Braking systems history. *Autoevolution* [online]. [cit. 2020-03-30], [online] [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://www.autoevolution.com/news/braking-systems-history-6933.html>
- [21] The History of Brakes. *Didyouknowcars* [online]. [cit. 2020-03-30], [online] [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://didyouknowcars.com/the-history-of-brakes/>
- [22] Vývoj automobilových brzd: Od dřevěného špalku po hi-tech kotouče Více na: <https://www.autorevue.cz/vyvoj-automobilovych-brzd-od-dreveneho-spalku-po-hi-tech-kotouce#articleStart>. *Autorevue* [online]. [cit. 2020-03-30], [online] [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/vyvoj-automobilovych-brzd-od-dreveneho-spalku-po-hi-tech-kotouce#articleStart>

9 Seznam obrázků

- Obr. 1:** Schéma vzduchokapalinového brzdového systému [7]
- Obr. 2:** Schéma dvouokruhového brzdového systému [4]
- Obr. 3:** Schéma dvouokruhové dvouhadicové brzdové soustavy [4]
- Obr. 4:** Schéma dvouokruhové dvouhadicové brzdové soustavy s ABS [4]
- Obr. 5:** Schéma dvouhadicové brzdové soustavy přívěsu s ABS [4]
- Obr. 6:** Schéma jednoválcového pístového kompresoru [8]
- Obr. 7:** Schéma regulátoru tlaku [8]
- Obr. 8:** Schéma vysoušeče vzduchu [4]
- Obr. 9:** Schéma čtyřokruhového pojistného ventilu [4]
- Obr. 10:** Schéma odkalovacího ventilu [4]
- Obr. 11:** Schéma dvouokruhového hlavního brzdiče [4]
- Obr. 12:** Schéma dvouhadicového brzdiče přívěsu [4]
- Obr. 13:** Schéma pístového brzdového válce [1]
- Obr. 14:** Schéma membránového brzdového válce pro použití s kotoučovou brzdou [9]
- Obr. 15:** Schéma kombinovaného pružinového brzdového válce [9]
- Obr. 16:** Schéma motorové brzdy MAN-EVB [4]
- Obr. 17:** Schéma hydrodynamického retardéru Voith Aquatarder SWR [15]
- Obr. 18:** Schéma elektromagnetické vířivé brzdy [4]
- Obr. 19:** Schéma magnetického retardéru Voith Magnetarder [18]
- Obr. 20:** Schéma okruhu elektro-vzduchového brzdového systému EBS [4]

10 Seznam tabulek

- Tab. I:** Požadavky na brzdové systémy vozidel kategorie N2 a N3, dle EHK č.13 a vyhlášky MD ČR [3]