

**Vysoká škola logistiky o.p.s.**

**Posouzení spolehlivosti  
elektronického brzdového systému  
silničních vozidel**

**(Diplomová práce)**



**Vysoká škola  
logistiky**  
o.p.s.

## Zadání diplomové práce

student	<b>Bc. Jan Petřek, MBA</b>
studijní program	Logistika
obor	Logistika

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Posouzení spolehlivosti elektronického brzdového systému silničních vozidel**

Cíl práce:

Analyzovat spolehlivost elektronického brzdového systému a zpracovat návrh na snížení jeho poruchovosti.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Teoretická východiska spolehlivosti brzdových systémů
2. Analýza spolehlivosti elektronického brzdového systému
3. Zpracování návrhu na snížení poruchovosti elektronického brzdového systému
4. Vyhodnocení

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

FAMFULÍK, Jan. Teorie údržby. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. 132 s. ISBN 80-248-1029-8.

STODOLA, Jiří. Provoz, údržba a opravy vozidel I. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009. 78 s. ISBN 978-80-7395-103-0.

SUROVEC, Pavel. Provoz a ekonomika silniční dopravy I. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2000. 119 s. ISBN 80-7078-735-X.

4. SUROVEC, Pavel. Provoz a ekonomika silniční dopravy II. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2004. 121 s. ISBN 80-248-0710-6.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Michal Turek, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce:

31. 10. 2019

Datum odevzdání diplomové práce:

14. 5. 2020

Přerov 31. 10. 2019



doc. Ing. Zdeněk Čujan, CSc.  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.  
rektor

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat před tím o této skutečnosti prorektora pro vzdělávání Vysoké školy logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely. Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 14.05.2020

.....

podpis

## Poděkování

Děkuji panu Ing. Michalu Turkovi, Ph.D., za odborné vedení mé diplomové práce, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích.

Dále chci poděkovat firmě CDS Náchod s.r.o. za zapůjčení strojního a technického vybavení za účelem vypracování diplomové práce, možnost využití servisního zázemí společnosti.

Poděkování také patří panu Ing. Andreji Haringovi a Pavlu Bastlovi za praktické připomínky na této diplomové práci.

## **Anotace**

Cílem této diplomové práce je analyzovat spolehlivost elektronického brzdového systému a zpracovat návrh na snížení jeho poruchovosti.

V teoretické části bude popsán elektronický brzdový systém přípojných vozidel, jeho části, měření brzdového systému.

V praktické části bude popsán konkrétní případ nevyhovujících stavů nákladního přípojného vozidla.

Hlavní přínos práce spočívá a vede ke zlepšení technického stavu a zvýšení bezpečnosti u přípojných nákladních vozidel.

## **Klíčová slova**

nákladní silniční vozidlo, brzdový systém, poruchovost, spolehlivost

## **Anotation**

The aim of the diploma thesis to analyse reliability electronic brake system and make suggestion of cutting down of failure.

The theoretical part will describe the electronic braking system of trailers, its parts, measurement of the braking system.

Practical part describes the particular case inconvenient condition of track trailer.

The main benefit consists in improving technical condition and track trailer safety rising.

## **Keywords**

lorry, brake system, failure rate, reliability

# Obsah

Úvod.....	9
1 Teoretická východiska spolehlivosti brzdových systémů.....	10
1.1 Historie brzdových systémů.....	10
1.2 Vzduchové brzdění.....	11
1.2.1 Protiblokovací brzdové systémy.....	12
1.2.2 Elektronické brzdové systémy.....	12
1.3 Elektronický brzdový systém vozidla.....	12
1.3.1 Elektronický brzdový systém přípojného vozidla.....	17
1.4 Provádění údržby.....	20
1.4.1 Servisní činnost.....	23
1.4.2 Servisy.....	25
1.4.3 Náhradní díly.....	25
1.4.4 Zkoušky spolehlivosti.....	25
1.5 Povinnosti výrobce vozidel.....	27
1.5.1 Brzdový výpočet přívěsu.....	31
1.5.2 Parametrování přívěsu pomocí diagnostického softwaru.....	33
1.5.3 Funkční zkouška.....	33
1.5.4 Uvedení ultrazvukových snímačů do provozu.....	34
1.5.5 Kalibrace snímačů výšky.....	34
1.5.6 Dokumentace.....	34
1.6 Provozování vozidel.....	35
1.6.1 Spolehlivost člověka.....	38
2 Analýza spolehlivosti elektronického brzdového systému.....	42
2.1 Předpoklady pro měření.....	42
2.1.1 Motorová vozidla.....	42
2.1.2 Přípojná vozidla.....	43
2.2 Analýza EBS při bezporuchovosti.....	53
2.3 Analýza EBS s mechanickou poruchou – únikem vzduchu.....	56
2.4 Analýza EBS s elektronickou poruchou – odpojením relé ventilu.....	58
2.5 Analýza EBS s elektronickou poruchou odpojením kabelu ABS.....	59
2.6 Analýza brzdného účinku jízdní soupravy.....	61
2.7 Analýza možného omezení spolehlivosti elektronického brzdového systému.....	62

2.7.1	Identifikace tažného a přípojného vozidla .....	65
2.7.2	Použité metody při prohlídce .....	67
2.7.3	Použité metody měření .....	68
2.7.4	Použité snímače .....	69
2.7.5	Postup měření .....	71
2.7.6	Vyhodnocení výsledků .....	75
2.7.7	Závěr měření .....	77
3	Zpracování návrhu na snížení poruchovosti elektronického brzdového systému ..	79
3.1	Návrh na vzdělávání.....	79
3.2	Návrh na studijní podklad .....	80
3.3	Návrh na eliminaci mechanické poruchy – únik vzduchu .....	80
3.4	Návrh na eliminaci elektronické poruchy – odpojení relé ventilu .....	81
3.5	Návrh na eliminaci elektronické poruchy – odpojení kabelu ABS.....	81
4	Vyhodnocení.....	82
4.1	Vyhodnocení výstupů z měření.....	82
4.1.1	Statické měření .....	82
4.1.2	Dynamické měření .....	82
4.1.3	Lidský faktor.....	83
4.1.4	Odpovědnost .....	84
4.2	Vyhodnocení návrhů .....	85
4.2.1	Vyhodnocení přínosu návrhu z hlediska bezpečnosti a provozu.....	85
	Závěr .....	87
	Seznam zdrojů.....	88
	Seznam grafických objektů.....	90
	Seznam zkratk .....	92
	Seznam příloh .....	94



# Úvod

Proces koncentrace výrobních kapacit zvyšuje nároky na přepravu osob a zboží. Velmi významným jakostním parametrem tohoto procesu je bezpečnost dopravy, která je ovlivněna celou řadou činitelů, například stav dopravní cesty organizace provozu, lidský faktor a je podmíněna i spolehlivostí dopravních prostředků. Na požadavek spolehlivosti dopravních prostředků reagovali výrobci i provozovatelé zaváděním systémů údržby, které mají za cíl zajistit bezchybný technický stav vozidel po celou dobu jejich technického života [1].

K typickým řízeným aktivitám patří doprava, zpráva vozového parku, skladování, manipulace s materiály, plnění objednávek, návrh logistické sítě, řízení zásob, plánování nabídky a poptávky a řízení poskytovatelů logistických služeb [2].

Tato diplomová práce se zabývá popisem elektronického brzdového systému u nákladních silničních vozidel, analýzou spolehlivosti elektronického brzdového systému a návrhy na zvýšení spolehlivosti elektronického brzdového systému.

Cílem diplomové práce je analyzovat spolehlivost elektronického brzdového systému a zpracovat návrh na snížení jeho poruchovosti a tím zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích.

V první části bude popsána historie brzd, brzdový systém, elektronický brzdový systém a problematika údržby a servisu.

V druhé části bude proveden rozbor spolehlivosti elektronického brzdového systému prostřednictvím měření elektronického brzdového systému a poznatků z provozu nákladních vozidel se zaměřením na rizikové faktory.

Ve třetí části budou zpracovány návrhy na snížení poruchovosti elektronického brzdového systému a eliminaci rizikových faktorů.

V poslední části budou vyhodnoceny výstupy z měření a návrhy na snížení poruchovosti elektronického brzdového systému.

Toto téma jsem si zvolil proto, že problematikou technického stavu nákladních vozidel a autobusů se zabývám celý svůj profesní život. Tato diplomová práce navazuje na práci bakalářskou a doufám, že její poznatky pomohou nejen společnosti CDS Náchod, ve které pracuji, ale i ostatním.

# 1 Teoretická východiska spolehlivosti brzdových systémů

## 1.1 Historie brzdových systémů

Brzdová soustava je nejdůležitější částí vozidla z hlediska aktivní bezpečnosti. Zajišťuje jednak jeho zpomalení a také zajišťuje vozidlo proti samovolnému pohybu. Brzdové soustavy v drtivé většině pracují na principu zvětšování odporu tření. Při brzdění vozidla se snižuje pohybová energie, která se mění na teplo [3].

Vznik brzd souvisí s vynálezem kola, dřevěnými vozy a kočáry, respektive snahou o jejich důslednější kontrolu a ovladatelnost. Úplně první brzdy byly statické, dnes bychom řekli parkovací a rozhodně si je nepředstavujte jako kus sofistikované mechaniky. K zastavení vozu úplně stačil kus dřeva, který se jednoduše vložil před kolo jako klín. První důkazy o výrobě kol se datují do mladší doby kamenné, tedy 8 000 až 5 000 let před naším letopočtem, zatím co loukoťová kola známe přibližně z let 2 200 až 1 150 let před naším letopočtem [4].

Mezi typy brzdových systémů, které se používají od 19. století patří:

- Dřevěné blokové brzdy - systém se skládal pouze z dřevěných bloků a jediné páky, kterou řidič použil k brzdění. Tato forma byla použita na vozidle s ocelovými ráfky, včetně koňských vozidel a parních automobilů [5].



Obr. 1.1 – Dřevěná špalíková brzda

Zdroj: [www.autorevue.cz/vyvoj-automobilovych-brzd-od-dreveneho-spaliu-po-hi-tech-kotouce](http://www.autorevue.cz/vyvoj-automobilovych-brzd-od-dreveneho-spaliu-po-hi-tech-kotouce)

- Mechanické bubnové brzdy – prvním, nebo přesněji jednomu z prvních lidí, koho napadlo brzdy zmodernizovat, byl Gottlieb Daimler v roce 1899. Daimler využil ocelové lano namotané kolem brzdových bubnů, které se stahovalo a vyvíjelo patřičné tření pomocí ručně ovládané páky [4]. Tím vývoj nekončí. Mechanická bubnová brzda, považována za základ moderního brzdového systému, byla vyvinuta v roce 1902 francouzským výrobcem Louisem Renaultem, čímž se vytvoří první koncept brzdové brzdy.
- Hydraulické brzdy – v roce 1918 poprvé navrhl koncept čtyřkolového brzdového systému využívajícího hydrauliku Malcolm Loughhead. Systém použil tekutiny k přenosu síly do brzdové čelisti, když byl sešlápnutý pedál. Tento brzdový systém byl přijat téměř v každém vozidle koncem 20. let.
- Kotoučové brzdy – kotoučová brzda byla vynalezena dlouho před tím, než se stala populární. William Lanchester patentoval kotoučovou brzdou v roce 1902, systém nebyl populární, dokud se automobilový průmysl nezačal rozvíjet v polovině 20. století. Nárůst kotoučových brzd jako oblíbená možnost je přičítán rostoucí hmotností a rychlostí vozidel, která způsobila, že hydraulické brzdy byly při distribuci tepla méně účinné. První systém využívající kotoučové brzdy integroval jak kotoučové, tak hydraulické funkce a byl představen v Chrysler Imperial [5].

## 1.2 Vzduchové brzdění

Systém vzduchového brzdění byl původně vytvořen pro železniční vozidla, která se snaží zlepšit jejich brzdnou schopnost a bezpečnost a zabránit příliš častým nehodám vlaků.

Po řadě vylepšení a vývoje původního modelu a poté, co byla prokázána jejich účinnost, se systémy vzduchového brzdění začali používat také u silničních vozidel.

V Německu založil Georg Knorr v roce 1905 společnost s názvem Knorr – Bremse, která začala výrobou brzd pro železniční vozidla. V roce 1922 zahájila společnost vývoj pneumatických brzdových systémů pro užitková silniční vozidla. Knorr – Bremse byla první evropskou společností, která vyvinula nový pneumatický systém, který současně zabrzdil všechna čtyři kola kamionu i přívěsu. Výsledné snížení brzdné dráhy významně přispělo ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu. Od

roku 1925 většina větších nákladních vozidel měla všechny kola vzduchové brzdy. V roce 1949 zrychlené 2. světovou válkou, se vzduchové brzdění stalo standardem u všech těžkých nákladních vozidel, tahačů, autobusů, hasičských vozů a terénních vozidel. V roce 1960 byly vyvíjeny automatické seřizovače vůle, sušičky vzduchu, duální brzdové ventily a protiblokovací systémy první generace.

### 1.2.1 Protiblokovací brzdové systémy

Protiblokovací systémy ABS lze vystopovat až do 20. let, kdy inženýři poprvé použili koncept brzd s automatickým potlačením na letecké brzdy. Tento systém sloužil stejnému účelu, jako moderní ABS, zabraňoval blokování kol. V 60. letech začali výrobci automobilů experimentovat s ABS systémy na osobních automobilech. Američtí inženýři se snažili vytvořit ABS pro nákladní automobily, které by splňovali normy národní správy bezpečnosti silničního provozu. V roce 1978 však německé firmy Bosch a Daimler – Benz společně vyvinuli technologii ABS, která začala na počátku 70. let a představila první zcela elektronickou čtyřkolovou vícekanálovou ABS v nákladních vozech. Od 70. let vedlo přidání počítačově ovládaných senzorů a obecný důraz na bezpečnost automobilů.

### 1.2.2 Elektronické brzdové systémy

V roce 1996 společnost WABCO propagovala první elektronický brzdový systém užitkových vozidel na světě EBS, představený na voze Mercedes – Benz „Actros“, v roce 1998 následoval elektronický brzdový systém přívěsu TEBS pro přívěsy [6].

## 1.3 Elektronický brzdový systém vozidla

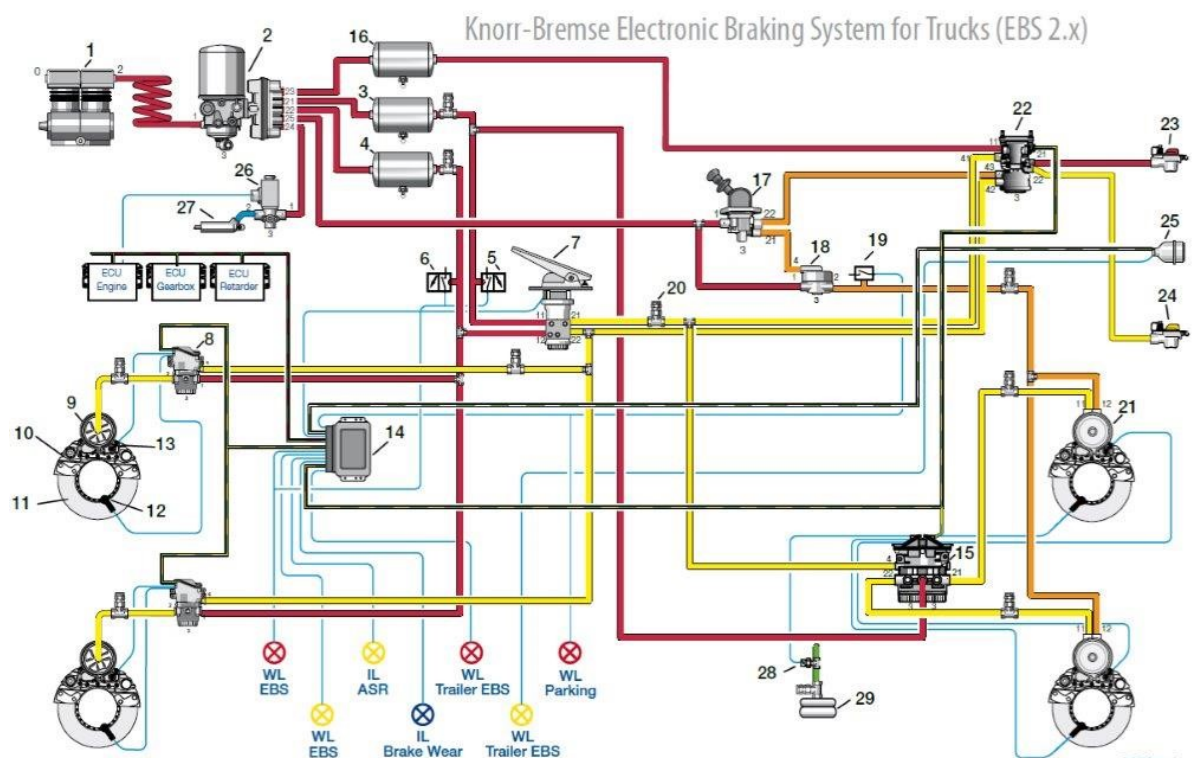
Požadavky na brzdový systém užitkového vozidla, na jeho koncepci, testy jsou stanoveny v předpisu EHK č. 13. Z tohoto předpisu jsou v potřebném rozsahu převzaty podklady, které jsou zapracovány v národních předpisech pro technické podmínky provozu vozidel na pozemních komunikacích. Základní rozdělení brzdových systémů užitkových vozidel je dle způsobu, jakým je definován výsledný brzdový tlak, který prostřednictvím brzdových válců vyvodí potřebnou brzdnu sílu a to na:

- Konvenční brzdové systémy, u kterých je požadovaný brzdový tlak regulován na základě pneumatických signálů bez elektronické regulace. U konvenčního brzdového systému se regulace výsledných brzdových tlaků v brzdových válcích

provádí na základě změn řídicích tlakových signálů souvisejících se stlačením brzdového pedálu a stavu zatížení vozidla.

- Elektronické brzdové systémy, kde je požadovaný brzdný tlak regulován elektronickou řídicí jednotkou prostřednictvím akčních členů.

Jízdní souprava užitkových vozidel se skládá ze dvou vzájemně propojených, ale z pohledu vyvození brzdného účinku nezávislých brzdových systémů. Jedná se o brzdovou soustavu tažného vozidla a brzdovou soustavu přípojného vozidla. Brzdové systémy tažného a přípojného vozidla jsou funkčně nezávislé, ale mezi těmito systémy probíhá vzájemná komunikace. Brzdový systém tažného vozidla zabezpečuje plnění brzdového systému přípojného vozidla stlačeným vzduchem, aktivaci parkovací brzdy a také přeno brzdného požadavku, a to pomocí pneumatického signálu a také pomocí CAN přes standardizované rozhraní ISO 7638 [7].



Obr. 1.2 - Funkční schéma elektronického brzdového systému vozidla

Zdroj: <http://www.Knorr-Bremsefn.BIZ>

Popis komponentů

- 1 – kompresor
- 2 – vysoušeč vzduchu s více okruhovým jisticím ventilem
- 3 – vzduchojem prvního okruhu
- 4 – vzduchojem druhého okruhu
- 5 – snímač tlaku prvního okruhu
- 6 – snímač tlaku druhého okruhu
- 7 – modul pedálového brzdíče
- 8 – EBS – modulátor přední nápravy
- 9 – brzdový válec přední nápravy
- 10 – vzduchová kotoučová brzda - třmen
- 11 – brzdový kotouč
- 12 – pólové kolo ABS se snímačem otáček
- 13 – snímač opotřebení brzdového obložení
- 14 – elektronická řídicí jednotka EBS
- 15 – EBS modulátor zadní nápravy
- 16 – vzduchojem třetího okruhu
- 17 – ventil ruční brzdy
- 18 – relé ventil
- 19 – tlakový spínač ruční brzdy
- 20 – kontrolní přípojka
- 21 – kombinovaný brzdový válec zadní nápravy
- 22 – modul brzdíče přívěsu
- 23 – spojková hlavice plnicí - červená
- 24 – spojková hlavice ovládací – žlutá
- 25 – elektrická přípojka ISO 7638
- 26 – elektromagnetický ventil
- 27 – pracovní válec

28 – snímač tlaku, zatížení

29 – měch pérování

Popis funkcí při plnění:

Tlakový vzduch, který je vytvořen kompresorem (1) proudí přes vysoušeč vzduchu s integrovaným regulátorem tlaku a víceokruhového jisticího ventilu (2). Ve filtrační vložce vysoušeče je vzduch zbaven vlhkosti a nečistot [7]. K tomu dochází prostřednictvím zchlazovacího adsorpčního vysoušení, při kterém kompresor stlačený vzduch protlačuje granulátem, který je schopen zachytit vodní páru obsaženou ve vzduchu [8]. Po dosažení potřebného otevíracího tlaku ve víceokruhovém jisticím ventilu proudí tlakový vzduch přes přípojky 21 a 22 ke vzduchojemům (3) a (4) až ke vstupu k modulu hlavního brzdíče (7). Tlak v těchto okruzích je snímán a po překročení 65% provozního tlaku dojde k zhasnutí kontrolky na přístrojové desce. Po naplnění aspoň jednoho vzduchojemu brzdových okruhů na potřebný tlak dochází k dalšímu plnění 3 a 4, který v pořadí je dáno nastavením víceokruhového jisticího ventilu. Okruh 3 zabezpečuje plnění systému parkovací brzdy a pneumatického systému pérování přípojného vozidla. Od vzduchojemu (16) proudí tlakový vzduch přes modul brzdíče přívěsu (22) k plnicí spojkové hlavici (23). Pak probíhá rovnoměrné doplnění jednotlivých okruhů až do dosažení vypínacího tlaku regulátoru. Po dosažení tohoto tlaku je vzduch odpouštěn přes regulátor tlaku do atmosféry. Brzdový válec přední nápravy (9) a provozní část kombinovaného brzdového válce zadní nápravy (21) jsou při jízdě bez tlaku. Přes ventil ruční brzdy (17) proudí vzduch k relé ventilu (18) a k modulu brzdíče přívěsu (22). Při brzdění vozidla dojde při stlačení pedálu modulu hlavního brzdíče (7) je poloha tohoto pedálu snímána integrovaným snímačem a do elektronické řídicí jednotky (14) je vyslán odpovídající elektrický signál. Jedná se buď o signál analogový, nebo o signál PWM. Tato informace je jednou ze základních hodnot, kterou řídicí jednotka potřebuje pro výpočet výsledného brzdného tlaku. V případě, že tato informace není pro řídicí jednotku z jakéhokoliv důvodu dostupná, brzdový systém pracuje v nouzovém pneumatickém režimu.

Pneumatický nouzový režim je aktivován automaticky. V případě, že elektronická řídicí jednotka nemůže provést výpočet výsledných brzdných tlaků z příčin:

- závada v přenosu vstupních a výstupních signálů,

- nekorektní vstupní parametry,
- závady komponentů, které snímají, nebo zpracovávají vstupní parametry.

Při brzdění bez závad elektronická řídicí jednotka vypočítá odpovídající brzdné tlaky a vyšle digitální signál do EBS modulátoru přední a zadní nápravy (18 a 15). Tyto EBS modulátory následně řídí tlaky v brzdových válcích (9 a 21). Následně se plynule zvyšuje tlak v okruzích 1. a 2., tento tlak odpovídá brzdnému požadavku řidiče. Pokud je tažné vozidlo vybaveno systémem optimalizace opotřebení brzdových desek je na každém brzdovém třmenu snímáno opotřebení brzdového obložení a tyto informace jsou formou signálu zaslány do řídicí jednotky, která při zjištění rozdílu v opotřebení koriguje brzdové tlaky tak, aby bylo opotřebení brzdového obložení jednotlivých náprav optimalizováno. Tato regulace se aktivuje ve fázi normálního provozního brzdění. Při uvolnění brzdového pedálu je vyslán pedál do řídicí jednotky a zároveň modul brzdiče přívěsu odvzdušní ovládací větev přípojného vozidla – tím dojde k odbrzdění silniční soupravy.

Parkovací brzda:

Okruh parkovací brzdy je vzhledem k legislativním požadavkům prakticky totožný s okruhem parkovací brzdy konvenčních brzdových systémů, jeho funkce není řízena ani ovlivňována elektronickou řídicí jednotkou. Nastavením páčky ventilu ruční brzdy do parkovací polohy dojde k odpuštění tlaku na ovládacím přípoji relé ventilu a na brzdiči přívěsu. Následkem toho odvzdušní relé ventil pružinové části kombinovaných brzdových válců a také tlakový spínač. Vozidlo je zabrzděno silou pružin a svítí výstražná kontrolka. Úměrně poklesu tlaku na ovládacím přípoji brzdiče přívěsu vzrůstá tlak na spojkové hlavici ovládací větve. Při uvolnění parkovací brzdy se přestaví páčka ventilu ruční brzdy do jízdni polohy se zavzdušní pružinové části kombinovaných brzdových válců a současně dochází k odvzdušnění ovládací větve přípojného vozidla.

Nouzová brzda:

Při výpadku některé části okruhu provozní brzdy musí dojít k aktivaci nouzové brzdy, která zabezpečí zastavení vozidla a jeho zabrzdění i v průběhu nouzového parkování až do odstranění závady. V nouzovém režimu není aktivní elektronická regulace brzděného účinku. Činnost nouzového režimu je velice podobná provoznímu brzdění konvenčního brzdového systému, není ale aktivní zátěžová regulace. Toto je u některých typů



elektronických brzdových systémů kompenzováno proporcionální regulací brzdového tlaku na přední nápravě. Je ale potřebné zdůraznit, že není aktivní systém ABS, ASR, stabilizační systém vozidla a nedochází k přenosu některých signálů do dalších elektronicky řízených systémů vozidla. Brzdový systém tedy nespĺňuje potřebné technické a legislativní podmínky pro provoz vozidel na pozemních komunikacích. Modulátory a proporcionální reléové ventily v nouzovém režimu pracují jako konvenční relé ventily, výstupní brzdový tlak na vícepruhovém jisticím ventilu (4) odpovídá hodnotám tlaku k brzdovým válcům. V nouzovém režimu nejsou v činnosti funkce:

- ABS,
- ASR,
- zátěžová regulace vozidla,
- funkce opotřebenění brzdových desek [7].

### 1.3.1 Elektronický brzdový systém přípojného vozidla

Pro splnění všech legislativních požadavků na brzdový systém přípojných vozidel, postačují u moderních systémů prakticky dva komponenty – modulátor EBS, parkovací a uvolňovací ventil. Zapojení těchto přístrojů v systému je závislé na výrobci a při jejich výměně je potřebné dodržovat jejich pokyny [9].

Popis funkce:

Přípojně vozidlo je přes obě spojkové hlavice pro plnicí tlak (3) a ovládací tlak (2) spojeno s tažným vozidlem. Ovládací tlak vede pře PREV – ventil (20) k modulátoru TEBS E (19). PREV – ventil má červené ovládací tlačítko (13) pro aktivaci parkovací brzdy a další černé ovládací tlačítko (14) k odbrzdění brzdy, která se automaticky aktivuje při odpojení přípojného vozidla. Stlačený vzduch ze vzduchojemu plnicího tlaku proudí přes zpětný ventil, který je integrovaný v PREV, k pneumatickému rozšiřovacímu modulu (PEM, 5).

Modul PEM obsahuje následující funkce:

- přepouštěcí ventil za zajištění tlaku v brzdové soustavě vzhledem k soustavě vzduchového pérování,
- ochranný ventil proti přetížení k ochraně kolových brzd před přetížením při současné aktivaci provozní a parkovací brzdy,

- rozdělení tlaku na plnicí tlak „Vzduchové pérování“ a plnicí tlak „Provozní brzda“.

Modulátor TEBS E ovládá části pružinových válců (9), které jsou určeny pro provozní brzdu (8). K snímání otáček kol jsou připojeny minimálně dva snímače otáček ABS (18). Dále je na modulu PEM zkušební přípojka k měření aktuálního brzdného tlaku. Modul PEM dodává plnicí tlak přicházející z PREV do vzduchojemu plnicího tlaku soustavy provozní brzdy (10).

Modulátor TEBS E se napájí ze vzduchojemu plnicího tlaku přes stejné vedení plnicího tlaku. Vzduchojem plnicího tlaku pro vzduchové pérování (11) se plní přes přepouštěcí ventil integrovaný v modulu PEM. Úkolem přepouštěcího ventilu je zajistit přednostní naplnění vzduchojemu plnicího tlaku pro brzdovou soustavu a udržet tak při případné ztrátě tlaku ve vzduchovém pérování tlak v soustavě provozní brzdy, aby brzdné schopnosti přípojného vozidla zůstaly zachovány. K ochraně kolových brzd před přetížením způsobeným sčítáním brzdných sil (současná aktivace membránové a pružinové části válce Tristop<sup>TM</sup>) je v modulu PEM integrován ochranný ventil proti přetížení (7). Z modulu PEM se tlak rozděluje k pružinovým válcům (9).

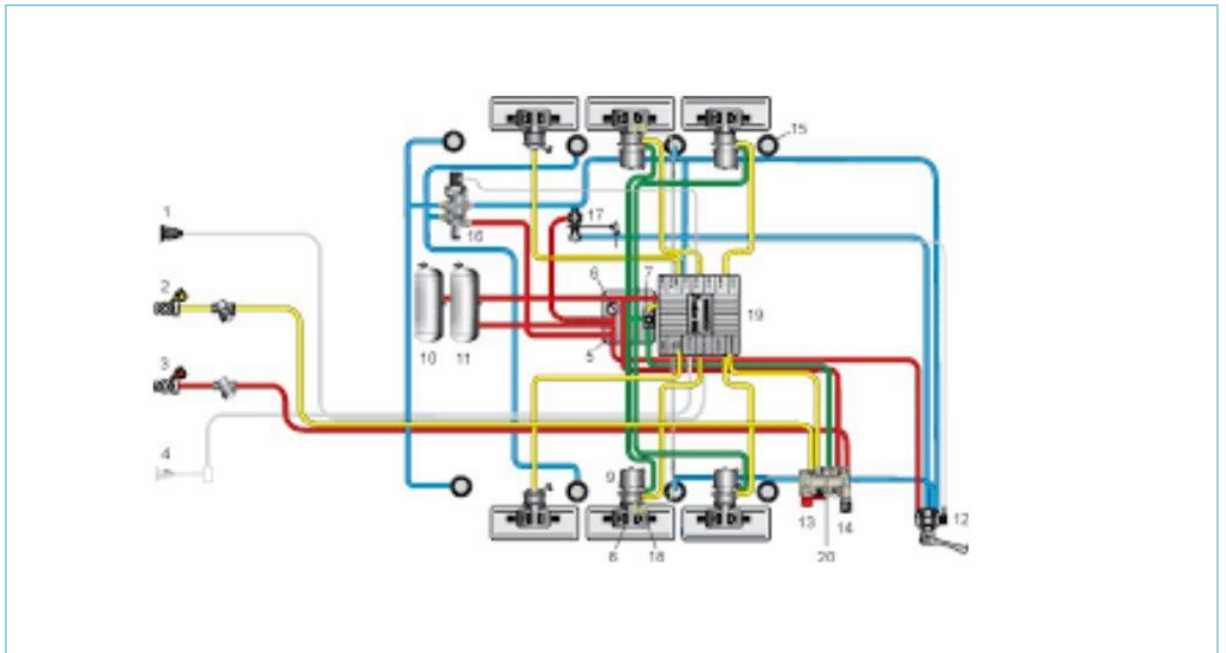
Parkovací brzda se aktivuje vytažením červeného tlačítka na ventilu PREV (13). Tím se odvzdušní ta část pružinového válce, která je určena pro parkovací brzdu, a integrovaná pružina začne silově působit na kolovou brzdu.

Použije-li se při aktivované parkovací brzdě ještě navíc provozní brzda, dostátá se brzdný tlak provozní brzdy přes ochranný ventil proti přetížení také do části pružinového válce, který je určený pro parkovací brzdu. Tím se úměrně k brzdné síle vytvořené v části pro provozní brzdu sníží síla v části pro parkovací brzdu a nedojde tak ke sčítání sil provozní a parkovací brzdy.

### **Konvenční soustava vzduchového pérování**

Konvenční soustava vzduchového pérování se skládá z ventilu vzduchového pérování (17) a otočného ventilu Zvedat/Spouštět. Oba ventily jsou napájeny plnicím tlakem z modulu PEM. Ventil vzduchového pérování reguluje jízdní výšku přípojného vozidla tím způsobem, že upravuje množství vzduchu v nosných měsících (15). Pomocí otočného ventilu Zvedat/spouštět se může ručně měnit výška přípojného vozidla, např. při nakládání a vykládání. Dále je možné instalovat ventil zvedací nápravy (16), který je

v závislosti na naložení ovládán modulátorem TEBS E. Tento ventil zvedací nápravy je rovněž napájen plnicím tlakem z modulu PEM [10].



Obr. 1.3 - Schéma elektronického brzdového systému přípojného vozidla

Zdroj: [inform.wabco-auto.com](http://inform.wabco-auto.com)

Popis komponentů:

- 1 – napájecí zásuvka napětí ISO 7638
- 2 – brzdové vedení
- 3 – plnicí vedení
- 4 – napájení přes brzdové světlo
- 5 – pneumatický rozšiřovací modul
- 6 – přepouštěcí ventil
- 7 – ochranný ventil proti přetížení
- 8 – část pružinového válce pro provozní brzdu
- 9 – kombinovaný pružinový válec
- 10 – vzduchojem plnicího tlaku soustavy provozní brzdy
- 11- vzduchojem plnicího tlaku pro vzduchové pérování
- 12 – ventil změny výšky návěsu

- 13 – červené tlačítko k aktivaci soustavy parkovací brzdy
- 14 – černé tlačítko k odbrzdění automatické brzdy
- 15 – nosný měch
- 16 – ventil zvedací nápravy
- 17 – ventil vzduchového pérování
- 18 – snímač otáček ABS
- 19 – modulátor TEBS
- 20 – parkovací – odbrzd'ovací – bezpečnostní ventil

#### **1.4 Provádění údržby**

Bezpečnost dopravy musí být považována za kritérium největší důležitosti. Je nepřijatelné, aby se na úkor bezpečnosti dopravy zlepšovala ostatní kvalitativní kritéria např. rychlost, dodržování jízdního řádu, pohodlí. Dopravce je povinen přepravit cestující, zboží bezpečně, bez ohrožení zdraví, životu a majetku. Bezpečností se rozumí plnění souhrnu opatření směřujících k maximálnímu omezení příčin vzniku nehody (aktivní bezpečnost) a souhrnu opatření, které snižují následky nehod (pasivní bezpečnost). Kritérium bezpečnosti dopravy je možné hodnotit:

- a) kvantitativně počtem nehod a velikostí jejich následků,
- b) subjektivním hodnocením – pocitem bezpečnosti (podle analýzy výsledků zpracovaných údajů z dopravně sociologických průzkumů [11]).

Je povinností dopravce umožnit údržby vozidel minimálně v předepsaných intervalech daným výrobcem.

**Údržba** je souhrn konkrétních technologických činností a postupů, jejich uplatňováním za určených podmínek se provádí obnova požadovaného technického stavu objektu.

*Preventivní údržba* – je údržba prováděná v předem určených intervalech nebo podle předepsaných kritérií a je zaměřena na snížení pravděpodobnosti poruchy nebo degradace fungování objektu.

*Údržba po poruše* – je údržba prováděná po zjištění poruchového stavu a je zaměřena na uvedení objektu do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci [1].

Tab. 1.1 - Časové pojmy vztahující se k údržbě

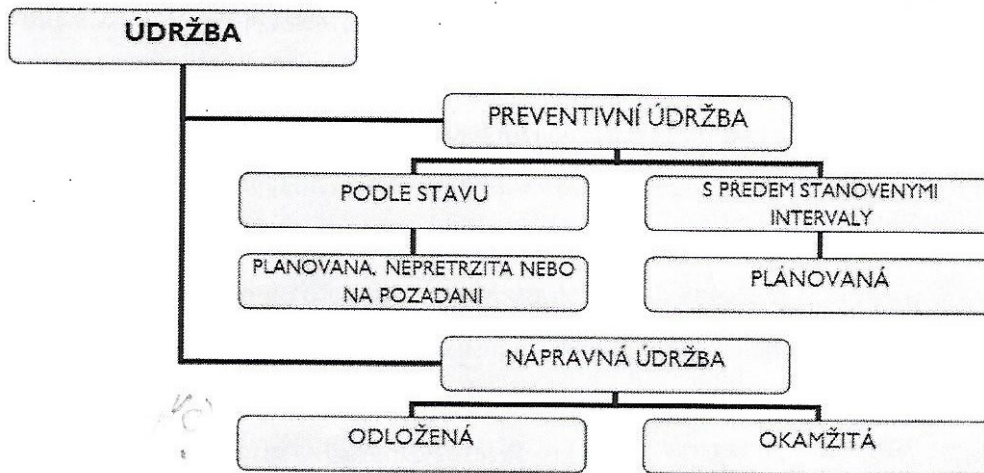
Doba údržby objektu			
		Doba aktivní údržby	
Doba preventivní údržby		Doba údržby po poruše	
Logistické zpoždění	Doba aktivní preventivní údržby	Doba aktivní údržby po poruše	Logistické zpoždění

Doba aktivní údržby po poruše			
Technické zpoždění	Doba lokalizace porouchané součásti	Doba aktivní opravy	Doba kontroly
Doba opravy			

Zdroj: FAMFULÍK, Jan. *Teorie údržby*: Ostrava: Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN: 80-248-1029-8.

- *Doba údržby* – je časový interval, během něhož se na objektu provádí údržbářský zásah, včetně technických a logistických zpoždění.
- *Doba aktivní údržby* – doba údržby bez logistických a jiných zpoždění.
- *Pracnost údržby* – kumulovaná doba údržby při využití všech pracovníků pro daný údržbářský zásah, nebo během daného časového intervalu.
- *Administrativní zpoždění* – kumulovaná doba, během níž se na porouchaném objektu z administrativních důvodů neprovádí údržba po poruše.
- *Logistické zpoždění* – kumulovaná doba, během níž se nemohou provádět údržbářské operace z důvodů nezbytného získání údržbářských prostředků.
- *Doba diagnostikování poruchy* – doba, během níž se provádí diagnostika poruchového stavu.
- *Doba lokalizace poruchy* – část doby aktivní údržby po poruše, během níž se provádí lokalizace poruchy.

- *Doba aktivní opravy* – část doby aktivní údržby po poruše, během níž se provádí odstranění poruchy.
- *Doba kontroly* – část doby aktivní údržby, během níž se provádí kontrola po ukončení opravy [12].



Obr. 1.4 - Dělení údržby

Zdroj: TESARĚ, Miroslav. *Provoz, údržba a opravy silničních vozidel*: Pardubice: Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, Univerzita Pardubice, 2012. ISBN 978-80-248-3278-4.

- **Vnitřní spolehlivost** (inherentní spolehlivost) – je považována za spolehlivost, kterou dá do vínku objektu jeho výrobce (kvalita návrhu, kvalita zpracování, výroby, ...).
- **Vnější spolehlivost** – je klasifikována jako spolehlivost uživatele. Je charakterizována jako spotřebovávání inherentní spolehlivosti uživatelem a zároveň vyjadřuje, jak je o objekt pečováno u uživatele.
- **Poškození** – je považováno z narušení bezvadného stavu, tj. stavu, v němž objekt vyhovuje všem požadavkům stanoveným technickými podmínkami.
- **Vada** – může být charakterizovaná jako změna nejčastěji technického stavu objektu, která není podstatná pro činnost objektu.
- **Porucha z vnitřní příčiny** – je taková porucha, která je způsobena vyčerpáním inherentní spolehlivosti.

- **Porucha z vnější příčiny** – je taková porucha, která je způsobena vyčerpáním inherentní spolehlivosti. Příčinou vyčerpání inherentní spolehlivosti je zanedbání péče o objekt (vnější spolehlivost).
- **Klasifikace poruch** – jedná se o oblast, kde můžeme poruchy třídit do jednotlivých kategorií a dále jsme schopni je klasifikovat (popisovat jednotlivé poruchy) [12].

#### 1.4.1 Servisní činnost

Dalším důležitým východiskem pro zvýšení spolehlivosti vozidel je kvalita servisu a servisního zázemí pro opravy vozidel. Autorizované servisy mají předepsané vybavení, školení, aby mohli zajistit záruční i pozáruční prohlídky servis pro vozidla. Nezávislé servisy by měli mít zájem o přibližování vybavení i školení jako servisy autorizované. Z tohoto vyplývá, že

- Personál by měl procházet pravidelným školením, nejen mechanici servisu, ale i přijímací technici, pracovníci skladu. Při opravách elektronického brzdového systému nejen u motorových vozidel, ale i přípojných je školení nutnost, a to bez ohledu jestli se jedná opravu v záruce nebo po záruce. Některé opravy jako např. výměna modulátoru přívěsu, kalibrace snímačů výšky přívěsného vozidla, sladění brzdného účinku silniční soupravy vyžadují nutnost školení.
- Dílenské vybavení by mělo opět splňovat standardy autorizovaných servisů. Každý výrobce motorových i přívěsných vozidel doporučuje dílenské nářadí nutné k opravám a seřizování při opravách. K nejdůležitějším vybavením patří a budou patřit diagnostické přístroje nutné ke kontrolám a opravách. Diagnostické přístroje dělíme na sériové a paralelní diagnostiky.

Sériová diagnostika je založena na schopnosti řídicí jednotky zjistit, uložit a uchovat závady ve svém systému na základě informací, které obdrží od snímačů a akčních členů. Závady uložené v paměti řídicí jednotky můžeme vyvolat pomocí různých diagnostických přístrojů, které se připojují přes určité datové rozhraní diagnostickou zásuvku vozidla. Komunikace mezi diagnostickým přístrojem a řídicí jednotkou probíhá přes sériové datové rozhraní, podle kterého tuto diagnostiku nazýváme. Z pohledu lokalizace závady pak sériová diagnostika představuje tzv. diagnostiku vnitřní, protože závada je vyhodnocena přímo řídicí jednotkou vozidla.

Přístroje pro sériovou diagnostiku dělíme na:

- značkové - určené přímo pro konkrétní značku vozu nebo celý koncern,
- multifunkční - umožňují komunikaci s více značkami vozidel.

Paralelní (vnější) diagnostika umožňuje zjistit většinu závad na elektrických zařízeních vozidla měřicí či diagnostickou technikou, která se připojí na testovaný komponent – čidlo, vstřikovací ventil a podobně.

Jde tedy o přímé měření elektrických i neelektrických veličin pomocí externích měřicích přístrojů (např. multimetr, osciloskop, emisní přístroj, stetoskop, endoskop, atd).

Paralelní diagnostika zahrnuje kompletní testy za pomoci externě připojených senzorů, například:

- standardní testy s možností porovnání naměřených a předepsaných veličin,
- analýza napěťových a proudových signálů,
- analýza motoru nápovědou příčiny diagnostikované závady,
- diagnostické měření emisí,
- jedno, dvou nebo vícekanálový osciloskop,
- měření altimetrem.

Nástroje paralelní diagnostiky lze rozdělit podle jejich funkce a použitelnosti:

- osciloskop – přístroj s nejrozsáhlejším použitím, dnes převážně digitální.,
- analogový nebo digitální multimetr,
- stroboskopická lampa,
- opacimetr,
- analyzátor výfukových plynů [16].

Pro správnou funkčnost elektronického brzdového systému je nutnost kontrol i mechanických částí brzdového systému. Při pravidelných prohlídkách je nutné přezkoumání:

- stav brzdových kotoučů, bubnů, např. tloušťka brzdových kotoučů nesmí klesnout pod 21 % síly kotouče nového, trhliny nesmí být široké a hluboké více než 1,5 mm a délka prasklin nesmí přesahovat 2/3 šířky kotouče [21],



- dále musí být zaměřena kontrola na brzdové destičky, které nesmějí být vydrolené, popraskané a jejich síla nesmí klesnout pod 2 mm,
- dalším bodem kontrol je nutná revize brzdových třmenů, kde nejčastější závadou je nepohyblivost třmenů na jejich vodících pouzdrech a poškozené prachovky na brzdových tlačítkách. Při jejich poškození dochází k průniku vody, nečistot do brzdového třmene a tím se zamezí funkčnosti brzdového třmenu.

Funkčnost, souměrnost brzdových systémů by měl každý servis po opravě vyzkoušet na válcové zkušební brzd. Válcová zkušebna brzd je zařízení, na které je zkoušena každá náprava jednotlivě.

#### 1.4.2 Servisy

Servisy a pracoviště by měli disponovat kvalitním servisním zázemím. V dnešní době by mělo být samozřejmostí používání diagnostik jak pro motorová vozidla, tak i vozidla přípojná. Pouze kvalitní servis s proškolenou obsluhou může nejen spolehlivě opravit vozidlo, ale i předejít závadám, které mohou nastat během provozu na pozemních komunikacích.

#### 1.4.3 Náhradní díly

Při opravách vozidel jsou důležitou součástí náhradní díly. Cílem dopravců i servisů, by měl být zájem o montáž náhradních dílů, které jsou kvalitativně srovnatelné s díly dodávané výrobcem vozidel. Náhradní díly dělíme na:

- Originální – jsou to díly, které jsou vyráběné výrobcem, nebo náhradní díly, nebo díly dodávané výrobcem. Jsou to náhradní díly, které nejsou vyráběné výrobcem, ale jsou vyráběny dle specifikace výrobce.
- Rovnocenné, díly srovnatelné kvality – tyto náhradní díly dosahují kvality originálu, je možnost jiné specifikace výrobku, ale výrobce musí dodat odběrateli osvědčení o kvalitě výrobku (kvalita originálního dílu).
- Ostatní – všechny ostatní náhradní díly, kde neexistuje doklad kvality.

#### 1.4.4 Zkoušky spolehlivosti

Zkoušky spolehlivosti jsou základním experimentálním prostředkem k určení nebo ověření úrovně spolehlivosti. Jejich cílem je stanovení úrovně spolehlivosti výrobku

s pomocí číselných hodnot ukazatelů a charakteristik spolehlivosti. Znalost těchto hodnot umožňuje řešit široký okruh problémů:

- nalézt kritické prvky a soustavy a možnosti opatření k nápravě,
- prověřit předpokládané, vypočtené hodnoty v etapě návrhu,
- prokázat požadované ukazatele spolehlivosti v etapě projektu, konstrukce, vývoje a výroby,
- ověřit účinnost údržbového systému,
- získat podklady k hodnocení výrobku pro jeho přejímku.

Při zkouškách spolehlivosti se prověřují parametry objektů, které definují jejich technický stav a určují kritérium poruchy (mezního stavu). Zkoušky spolehlivosti je nutno provádět režimech a podmínkách stanovených technickou dokumentací, včetně technické obsluhy.

Předmětem zkoušek mohou obecně být:

- vzorky materiálu (zkoušky odolnosti proti opotřebení, pevnost, korozivzdornost),
- konstrukční detaily, spoje a kinematické dvojice,
- skupiny (zkoušky převodovek, motorů, řídicích a ovládacích systémů),
- výrobky (automobily).

Jako výsledek (naměřený nebo vypočtený) při zkouškách spolehlivosti získáme dvě skupiny charakteristik:

1. Charakteristiky procesu stárnutí a rozrušováním, kterým odpovídá jistý stupeň poškození výrobku (procesy opotřebením, koroze, únavových lomů a trhlin).
2. Charakteristiky změny velikosti vstupních parametrů výrobku (přesnost, účinnost, nosnost, výkon, u nichž překročení hranice přípustné tolerance vede ke ztrátě provozuschopnosti (poruše).

Předmět a základní cíle zkoušky spolehlivosti musí být stanoveny v plánu a metodice zkoušek. Z nich musí být jasné použité principy zkoušek, pravidla pro jejich realizaci, přesný pořádek zkoušek a kritéria pro jejich ukončení a vyhodnocení.

Podle různých kritérií můžeme rozdělit zkoušky spolehlivosti např.:

a) podle spolehlivostních ukazatelů a charakteristik, které chceme získat na:

- zkoušky bezporuchovosti,
- zkoušky opravitelnosti,
- zkoušky udržovatelnosti,
- zkoušky trvanlivosti aj.

b) podle způsobu provádění zkoušek:

- laboratorní v předepsaných podmínkách,
- zkoušky na zkušebně (zkušební stolici, stavu),
- zkoušky na polygonu (typické pro vozidla),
- provozní zkoušky.

c) podle účelu:

- určující s cílem určit neznámé hodnoty ukazatelů (bodových nebo intervalových),
- ověřovací s cílem ověřit dosažené číselné ukazatele,
- vývojové s cílem například ověřit změnu dílčích spolehlivostních vlastností aj.

d) podle způsobu ukončení:

- zkoušky ukončené až po poruše všech  $n$  objektů výběrového souboru (dlouhodobé zkoušky), v případě, že zkouška je ukončena dříve než dojde k poruše zkoušených objektů, jedná se o zkoušku zkrácenou,
- zkoušky ukončené po uplynutí předem stanovené doby  $t$ ,
- zkoušky ukončené po výskytu předem stanoveného počtu poruch  $r$ ,
- zkoušky ukončené dosažením předem stanovených podmínek přijetí nebo zamítnutí [13].

## 1.5 Povinnosti výrobce vozidel

Typ silničního vozidla, jeho systému, konstrukční části nebo samostatného technického celku schvaluje ministerstvo na žádost výrobce. Ministerstvo neschvává typ silničního vozidla, jeho systému, konstrukční části nebo samostatného technického celku, který splňuje technické požadavky, harmonizované technické požadavky nebo mezinárodní

technické požadavky, pokud představuje závažné nebezpečí pro bezpečnost silničního provozu, životní prostředí nebo život nebo zdraví člověka.

Splnění technických požadavků, harmonizovaných technických požadavků nebo mezinárodních technických požadavků, shodnost typu silničního vozidla, jeho systému, konstrukční části nebo samostatného technického celku s údaji v dokumentaci a srovnatelnou úroveň bezpečnosti silničního provozu a ochrany života a zdraví člověka a životního prostředí ověří ministerstvo nebo technická zkušebna. Náklady na toto ověření nese žadatel.

(1) Výrobce je povinen každé vyrobené silniční vozidlo, jehož typ je schválen:

a) opatřit prohlášením o shodě a označit značkou schválení typu, nebo

b) označit značkou schválení typu.

(2) Výrobce zajistí, aby prohlášení o shodě obsahovala ochranné prvky k zabránění padělání. Pouze výrobce je oprávněn vydávat duplikáty prohlášení o shodě.

(3) Výrobce je povinen každou vyrobenou konstrukční část vozidla nebo samostatný technický celek vozidla, jehož typ je schválen, označit výrobní nebo obchodní značkou, číslem typu nebo identifikačním číslem typu a značkou schválení typu.

(4) Prováděcí právní předpis stanoví, pro které kategorie silničních vozidel se vydává prohlášení o shodě a které kategorie silničních vozidel se označují pouze značkou schválení typu, které konstrukční části vozidla nebo samostatné technické celky vozidla se označují značkou schválení typu, náležitosti prohlášení o shodě a duplikátu prohlášení o shodě a vzhled značky schválení typu.

Každý výrobce, který je držitelem osvědčení o schválení typu, je povinen:

a) zajistit výrobu a účinnou kontrolu pomocí systému řízení jakosti a kontroly výroby,

b) zajistit provádění zkoušek vyrobených silničních vozidel, jejich systémů, konstrukčních částí nebo samostatných technických celků na zkušebním zařízení určeném pro ověřování shodnosti každého vyrobeného silničního vozidla, jeho systému, konstrukční části nebo samostatného technického celku se schváleným typem,

- c) zajistit, aby výsledky zkoušek byly zaznamenávány do zkušebních knih a aby záznamy o zkouškách byly dostupné alespoň po dobu 10 let,
- d) zajistit, aby pro každý typ byly prováděny nejméně zkoušky stanovené prováděcím právním předpisem, a analyzovat jejich výsledky,
- e) zajistit, aby po každé zkoušce vzorků nebo zkušebních dílů, při které se prokáže neshodnost se schváleným typem, byla přijata opatření k obnovení shodnosti příslušné výroby,
- f) na výzvu ministerstva poskytnout ministerstvu silniční vozidlo, jeho konstrukční část nebo samostatný technický celek pro ověření plnění podmínek schválení typu a umožnit ministerstvu jejich ověření a poskytnout potřebné informace pro toto ověření; po ukončení zkoušek ministerstvo vrátí vozidlo nebo jeho část výrobci, pokud nebude dohodnuto jinak,
- g) sledovat jím vyrobená silniční vozidla nebo systémy vozidla, konstrukční části vozidla nebo samostatné technické celky vozidla v provozu a na základě analýz poruch silničních vozidel nebo jejich systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků činit opatření pro udržení jejich technické způsobilosti.
- h) umožnit ministerstvu pravidelné ověřování kontrolních postupů užívaných výrobcem pro zajištění shodnosti,
- i) umožnit ministerstvu kontrolu výroby a předložit kontrolující osobě zkušební knihy, záznamy o výrobě a umožnit jí odebrání vzorků ke zkoušení,
- j) zajistit náhradní díly nejméně po dobu pěti let po ukončení výroby nebo dovozu,
- k) poskytnout každému na vyžádání informace nezbytné k provozování silničního vozidla a informace o technických údajích silničního vozidla z doby jeho prvního uvedení do provozu, pokud je má k dispozici,
- l) poskytnout každému na vyžádání informace nezbytné k použití systému vozidla, konstrukční části vozidla nebo samostatného technického celku vozidla a jejich technické údaje, pokud je má k dispozici,

*m)* zajistit, aby pro každý nově vyrobený osobní automobil byl v prodejním místě připojen štítek a plakát s údaji o spotřebě pohonných hmot a emisích CO<sub>2</sub> obsaženými v osvědčení o schválení typu tohoto vozidla; rozměry, obsah štítku a plakátu a jejich umístění při prodeji silničního vozidla stanoví prováděcí právní předpis,

*n)* zajistit, aby v propagačním materiálu k nově vyrobenému osobnímu automobilu byly zřetelně uvedeny údaje o spotřebě pohonných hmot a emisích CO<sub>2</sub> obsažené v osvědčení o schválení typu tohoto vozidla; je-li v propagačním materiálu uvedeno více typů nově vyrobených osobních automobilů, lze tyto údaje nahradit uvedením údajů o nejnižší a nejvyšší spotřebě pohonných hmot a emisí CO<sub>2</sub> u těchto typů,

*o)* opatřit silniční vozidlo identifikačním číslem silničního vozidla (VIN),

*p)* vést elektronickou evidenci prohlášení o shodě vydaných ve formátu stanoveném prováděcím právním předpisem a na výzvu předat údaje z této evidence ministerstvu,

*q)* při zjištění, že u jím vyrobených vozidel již uvedených na trh jeden nebo více systémů, konstrukčních částí nebo samostatných technických celků představuje závažné nebezpečí pro bezpečnost provozu na pozemních komunikacích, životní prostředí nebo život nebo zdraví člověka, oznámit toto zjištění ministerstvu a neprodleně zajistit odstranění těchto nedostatků,

*r)* vydat k vozidlu technický průkaz, má-li být uvedeno na trh v České republice a podléhá povinné registraci podle tohoto zákona,

*s)* vydat k vozidlu technické osvědčení, má-li být uvedeno na trh v České republice a nepodléhá povinné registraci podle tohoto zákona,

*t)* umístit na víčko palivové nádrže nově vyrobeného silničního motorového vozidla nebo v jeho těsné blízkosti údaje o pohonných hmotách včetně alternativního paliva, které se využívá k pohonu vozidla, a uvést tyto údaje v návodu k obsluze vozidla a dále zajistit, aby tyto údaje byly na prodejním místě viditelně umístěny v blízkosti vozidla [14].

Při uvedení do provozu přívěsného vozidla s elektronickým brzdovým systémem je nutné provést několik dalších kroků.

### 1.5.1 Brzdový výpočet přívěsu

Brzdový výpočet je povinen zajistit výrobce vozidla, nicméně tento výpočet je nutné v případech jako opakující se závada brzd, kupříkladu nadměrné opotřebení nových brzdových součástí přepočítat. Brzdový výpočet definuje brzdny účinek brzdového systému a dle tohoto výpočtu je nutné nastavit modulátor přívěsu. Tento výpočet zajišťuje sofistikovaný software, kterým disponují všichni výrobci brzdových systémů. Samotný software pro brzdový výpočet nemá jednotnou strukturu, liší se dle výrobce brzdového systému, ale každý software musí respektovat předpis EHK č. 13.

Pro správně vypočítaný brzdový výpočet je ale nutné, správné zadání vstupních dat, které jsou nezbytné pro daný výpočet.

Autor se setkal i s případy, kdy na přívěsu vozidla byl špatně vypočítaný brzdny výpočet, tím docházelo k nadměrnému brzdění.

Výsledek brzdového výpočtu je důležitý dokument pro homologaci přípojného vozidla. Brzdový výpočet se zpravidla generuje ve dvou formách. Jeden z výstupů je pro potřeby homologace, jedná se buď o tištěnou formu výstupu, nebo výstup v elektronické formě (Word, PDF). Druhá forma výstupu brzdového výpočtu je ve formě elektronického souboru, který se používá při parametrování elektronické řídicí jednotky modulátoru TEBS.

Zákazník: Petřek Jan

Tab. 1.2 - Parametry přípojného vozidla pro brzdový výpočet

Vozidlo		Nápravy		1 náprava	2 nápravy	3 nápravy
Typ	3 nápravový návěs	geometrie [m]		< - 3,23 - 6,44 >	< - 1,31 - 1,41 >	< - 1,31 - 1,41 >
Vypočítaný efektivní rozvor [m]	4,54 - 7,85					
Hmotnost naloženého vozidla max. [kg]	38000,00	zatížení na [kg]	naložené	9000	9000	9000
			prázdné	900	900	900
Zatížení náprav naložené (max.) [kg]	27000,00	typ nápravy		SAF	SAF	SAF
Zatížení naloženého kola - zatížení spojovacího čepu na točně [kg]	11000,00			TDB 0843	TDB 0843	TDB 0843
Naložení ve vertikální poloze (výška těžiště) [m]	1,90 - 1,90	velikost	min	385/55 R 22,5	385/55 R 22,5	385/55 R 22,5
		pneumatiky	max	385/65 R 22,5	385/65 R 22,5	385/65 R 22,5
Celkové zatížení čepu a náprav nenaložený - nezatížený [kg]	3000,00	dynamický poloměr pneu [mm]		481 - 517	481 - 517	481 - 517
Celkové zatížení náprav nenaložený - nezatížený [kg]	2700,00	statický poloměr pneu [mm]		461 - 494	461 - 494	461 - 494
Zatížení čepu - nenaložený [kg]	300,00	velikost brzdy [mm] a		Disc	Disc	Disc
		typ brzdy		SBS 2220	SBS 2220	SBS 2220
Výška těžiště - nenaložený [m]	0,85 - 1,10	typ a průměr brzdových válců		2 x 20	2 x 20/24	2 x 20/24
Max. zatížení nápravy při zvedné nápravě [kg]	8000,00	brzdná síla 6,5 bar [N]		7495	7659	7659
Celková hmotnost při zvedání jedné nápravy [kg]	27000,00	vyvozená brzdná síla [mm]		-	-	-
				78,95	78,95	78,95
Celková hmotnost při zvednutí obou náprav [kg]	-	brzdný účinek v %		26,0	26,0	26,0
		délka páky pro kotoučovou brzdu		76	76	76

Zdroj: vlastní zpracování



Tab. 1.3 - Parametry přívěsu EBS

### Parametry přívěsu EBS

Spojovací hlava, tlak [bar]	Tlak v brzdové komoře [bar]	
	nenaložený	naložený
0,7	0,35	
1,6	0,48	1,1
6,5	1,2	4,9
nízký rozsah od 1,6 bar	0	0
vysoký rozsah od 4,5 bar	0	0,2

Vzduchová suspenze	Nenaložený	Naložený
Náprava podvozku zatížení [kg]	2700	27000
Napětí [V]	-	-
Tlak [bar] definované výrobcem vozidla	Definováno	Definováno

Zdroj: vlastní zpracování

#### 1.5.2 Parametrování přívěsu pomocí diagnostického softwaru

Parametrování elektronického brzdového systému pro přívěsná vozidla je nutné provést před uvedením do provozu. Např. společnost WABCO nabízí diagnostický software TEBS E jako univerzální systém, který se musí na základě parametrů přizpůsobit danému typu vozidla. Bez tohoto nastavení není TEBS E funkční a vozidlo nesplňuje podmínky provozu na pozemních komunikacích.

#### 1.5.3 Funkční zkouška

Po parametrování se zpravidla provede funkční zkouška. Funkční zkouška se provádí pomocí diagnostického softwaru.

### 1.5.4 Uvedení ultrazvukových snímačů do provozu

Při zkouškách na přívěsných vozidlech je další z testů nutných pro uvedení do provozu uvedení ultrazvukových snímačů. Toto uvedení se provádí ve třech krocích: 1. zaučení ultrazvukových snímačů LIN, 2. zkouška odrazů, 3. detekce zkušebního objektu.

### 1.5.5 Kalibrace snímačů výšky

Toto seřízení znamená seřízení základní výšky podvozku na jízdní výšku přípojného vozidla.

### 1.5.6 Dokumentace

Po instalaci systému TEBS E lze za pomoci diagnostického softwaru vytvořit systémový štítek TEBS E viz Obr. 1.5, na kterém budou zdokumentovány údaje o nastavení. Tento systémový štítek musí být umístěn na dobře viditelném místě na vozidle [10].

WABCO										TRAILER EBS-E					GVVSAADR TUSH TB 2007 - 019.00				
HERSTELLER MANUFACTURER GEBÄUFABRIKATOR <b>WABCO</b>										GIO					Pin1				
TYP TYPE <b>Sattelanhänger</b>										1					SA-SW				
FAHRZEUGIDENTIFIKATION VEHICLE IDENTIFICATION KUNDEN-PLATZNUMMER CUSTOMER IDENTIFICATION <b>1234567890</b>										2					---				
RECHNERFACHLEISTUNG FÜR RECHNERFACHLEISTUNG FÜR RECHNERFACHLEISTUNG FÜR <b>WDE123456</b>										3					---				
FAHRZEUGIDENTIFIKATION VEHICLE IDENTIFICATION KUNDEN-PLATZNUMMER CUSTOMER IDENTIFICATION <b>100 100 4S/2M</b>										4					---				
RECHNERFACHLEISTUNG FÜR RECHNERFACHLEISTUNG FÜR RECHNERFACHLEISTUNG FÜR <b>X</b>										5					DIAG				
FAHRZEUGIDENTIFIKATION VEHICLE IDENTIFICATION KUNDEN-PLATZNUMMER CUSTOMER IDENTIFICATION <b>X</b>										6					DIAG				
RECHNERFACHLEISTUNG FÜR RECHNERFACHLEISTUNG FÜR RECHNERFACHLEISTUNG FÜR <b>X</b>										7					---				
FAHRZEUGIDENTIFIKATION VEHICLE IDENTIFICATION KUNDEN-PLATZNUMMER CUSTOMER IDENTIFICATION <b>X</b>										8					---				
Subsystems SB										I/O					24N				
ACHTER REAR										pm (bar)					6.5				
1										2000					0.4 2.0				
2										2000					0.4 2.0				
3										0					---				
4										0					---				
5										0					---				
VORERER FRONT										pm (bar)					0.7 2.0				
1										9000					5.0 0.4 2.0				
2										9000					5.0 0.4 2.0				
3										0					---				
4										0					---				
5										0					---				
TR (daN)										pz					10				
1										16					68 88				
2										36 / 30					68 68				
3										---					---				
4										---					---				
5										---					---				

LEGENDA	
1	Nenaložené vozidlo
2	Naložené vozidlo
3	1. zvedací náprava
4	Data brzdových válců
5	Referenční hodnoty
6	Jízdní výška
7	Vybrané přiřazení pinů k místu zapojení GIO
8	Spojení IN/OUT

Obr. 1.5 - Systémový štítek

Zdroj: publikace Wabco, *Tebse elektronický brzdový systém pro přípojná vozidla*, verze E 0 – E 5

## 1.6 Provozování vozidel

Poptávka po mobilitě

21. století jako věk informační společnosti a virtuálního obchodu nesnižuje potřebu cestování, právě naopak. Požadavky na rostoucí intenzitu dopravy ovlivňují dva faktory:

- v osobní dopravě se očekává výrazný nárůst využívání osobních automobilů hlavně v nových státech Evropské unie a v asociovaných státech, kde osobní automobil je jeden ze symbolů svobody. Do roku 2010 se počet osobních automobilů podstatně zvýší (v státech EU je stupeň automobilizace již stabilizovaný),
- v nákladní dopravě se očekává nárůst v důsledku změn v evropské ekonomice a jejím systému výroby, přešlo se od ekonomiky se zásobami k ekonomice toků (plynulé dodávky).

Pokud EU nepřijme opatření, aby jednotlivé státy racionálně využívaly výhody každého druhu dopravy, jen přeprava těžkými silničními vozidly se zvýší o 50%. Silný ekonomický růst (který je odhadovaný v nových státech EU a v asociovaných státech) a lepší spojení s okrajovými regiony též zvýší rozsah přepravy, hlavně v silniční nákladní dopravě.

Technologie provozu silniční nákladní dopravy je soustava navzájem souvisejících, organizovaných a z hlediska času řízených způsobů pohybu dopravních prostředků, umožňujících přepravu věcí mezi přepravcem požadovanými místy a v požadovaném čase. Technologie dopravy obsahuje postupy provozu vozidel na dopravní síti, způsoby nakládky, ložení, vykládky a překládky přepravovaných věcí a podávání informací. Technologie vyžaduje přísné dodržování disciplíny dané pravidly a řády a vytváří tak předpoklady pro účastníky obchodního vztahu k dodržování přepravních podmínek. Technologie silniční nákladní dopravy má rozhodující význam pro kvalitu přepravy a pro ekonomiku dopravního podniku. Proto se technologie tvoří pro využívání dopravních prostředků na vysoké technické úrovni, v řádném provozuschopném stavu tak, aby se zabezpečilo maximum přepravních požadavků s vynaložením minima práce, bezpečně a na požadované kvalitní úrovni.

Silniční nákladní doprava je důležitou složkou dopravní obsluhy území a měst. Podnik, jako obchodní společnost, provozující nákladní dopravu, je vymezen ekonomicky, systémově, prostorově, technicky, organizačně, technologicky a personálně.

Dopravní podnik zabezpečující silniční nákladní dopravu je:

- provozně technickým celkem, představujícím soustavu dopravních prostředků, dopravních zařízení a pracovníků,
- hospodářským celkem, spravujícím hmotný a nehmotný investiční majetek a zabezpečujícím stanovené dopravní a jiné úkoly,
- organizačně - právní jednotkou, právnickou nebo fyzickou osobou.

Dopravní podnik plní funkce:

- dopravní – jako základní funkci, pro kterou je podnik zřízen (hlavní předmět činnosti),
- technicko-výrobní, vytvářejí podmínky pro vlastní provoz,
- obchodně-ekonomickou, zabezpečující potřebné odběratelsko-dodavatelské vztahy,
- vzdělávací a sociální, která zabezpečuje přípravu a odbornost pracovníků a péči o pracovníky,
- mimoekonomickou a společenskou, v oblasti ochrany životního prostředí a plnění zvláštních úkolů v případě ohrožení území.

V rozhodování o technologii nákladní dopravy je nutný systémový přístup k řešení zásadních teoretických úkolů a jejich ověřování v dopravní praxi. Jde o uplatnění uceleného souboru poznatků a závěrů o dopravní činnosti (výrobě) jako celku a o složkách přidružených.

K naplnění základních funkcí podniku silniční nákladní dopravy je nutné:

V oblasti dopravní:

- v přepravě věcí v požadovaném směru a době přepravy zabezpečovat přepravní požadavky v souladu s potřebami přepraveců,
- dosáhnout minima dopravních a přepravních výkonů,

- zabezpečit optimální formu organizace a řízení dopravy, dispečerského řízení dopravy, včetně tvorby optimálních harmonogramů provozu,
- stanovit optimální přiřazení kapacity dopravních prostředků a vedení tras pro přepravu věcí,
- zabezpečit včasnou a úplnou informaci přepravcům,
- řešit koordinaci i mimo dopravního systému (kombinovaná přeprava),
- dosáhnout maximální produktivity práce,
- dosáhnout žádoucí kvalitu přepravy věcí zabezpečením požadovaných, resp. normovaných provozně přepravních charakteristik jako je bezpečnost, rychlost, pravidelnost, pohotovost, spolehlivost, neporušenost přepravovaných věcí apod.,

v oblasti technicko-výrobní:

- zabezpečit provozní spolehlivost a řádný technický stav dopravních prostředků a dopravních zařízení,
- zabezpečit údržbu a opravy dalších prvků potřebných pro činnost dopravního podniku, jako jsou budovy a zařízení určená na opravu a údržbu technické základny, administrativních a jiných provozních budov,

v oblasti obchodně-ekonomické:

- spotřebovat minimum provozních nákladů, především lidské práce, energie a pohonných hmot, materiálu a surovin,
- vynaložit nutné investiční náklady v souladu se stávajícím i prognózovaným rozsahem činnosti,
- zabezpečit minimální vázanost základních činitelů výrobní a přepravní činnosti,
- dosáhnout žádoucí rentability celé činnosti,

v oblasti sociální:

- připravovat pracovníky a zabezpečit zvyšování jejich kvalifikace pro výkon práce v dopravě,
- zabezpečit komplexní sociální péči o pracovníky dopravce,

v oblasti mimoekonomické a společenské:

- chránit životní prostředí,
- plnit mimořádné funkce v případě ohrožení měst, oblastí a státu [15].

### 1.6.1 Spolehlivost člověka

Kvalita silničního vozidla je mimo jiné běžně posuzována podle jeho spolehlivosti. Tento rozšířený názor je poněkud v rozporu se skutečností, neboť přehlíží spolehlivost výkonu člověka, která často v systému člověk – vozidlo podstatnější. Je zajímavé, že zatím se věnuje velké úsilí zvyšování úrovně spolehlivosti výrobků (vozidel aj.), ale podstatně menší pozornost se soustřeďuje na analýzu vlivu člověka. Přitom nezáleží na tom, co poruchu způsobilo, zda selhalo zařízení nebo člověk. Výslednou provozní spolehlivost  $S_p$  musíme chápat jako součin lidské a technické složky. Vzorec má následující tvar

$$S_p = S_c \cdot S_t \quad (1.1)$$

kde:

$S_p$  ... provozní spolehlivost,

$S_c$  ... spolehlivost člověka (řidiče, servisního mechanika aj.),

$S_t$  ... technická (inherentní) složka spolehlivosti.

Selže-li vozidlo za provozu, je to proto, že bylo chybně navrženo, vyrobeno, vybráno, použito, provozováno nebo udržováno. Bylo zjištěno, že většiny chyb se již dopustili konstruktéři, kteří vzhledem k technickým možnostem navrhli vozidlo bez ohledu na ergonomiku tak, že často neodpovídá psychofyziologickým možnostem člověka. V praxi je obtížné určit příčiny poruch, uvádí se však, že člověk je příčinou až 55 % všech selhání. Uváděné vysoké procento poruch člověka nás nutí, abychom s nimi počítali, znali jejich podstatu, příčiny, četnost a důsledky. Obecně můžeme klasifikovat příčiny nespolehlivosti člověka a jejich mechanismus z hledisek:

1. Prostředí zahrnující:

- a) příčiny člověkem dosud neovládnuté, které brání člověku provádět předepsanou funkci (kritická, katastrofická porucha vozidla, např. selhání brzd, řízení aj.),
- b) příčiny člověkem ovládnuté, ale s nedostatečnou prevencí účinku, vyskytující se neočekávaně (oslňení, náhlá tma, prach, hluk aj.).

## 2. Prostředí psychofyziologické:

- a) změny zdravotního stavu (náhlé koronární příhody, záchvaty aj.),
- b) nedostatek úsudku (nízká úroveň osvojení a schopnosti použití racionálních metod myšlení),
- c) nedostatek zručnosti a návyků,
- d) nedostatek psychické způsobilosti,
- e) farmaka, drogy, alkohol aj,
- f) duševní stavy.

## 3. Organizační a kvalifikační příčiny nespolehlivosti:

- a) nedostatečný odborný výcvik v autoškole,
- b) nedostatečné vědomosti,
- c) nedostatečná výchova,
- d) nesprávná organizace práce,
- e) nesprávné morální a hmotné hodnocení.

K interakci člověk – vozidlo nedochází izolovaně, ale v konkrétním prostředí, jehož jednotlivé složky ovlivňují lidský výkon a jeho spolehlivost, jsou to zejména:

### Provozní podmínky:

- hustota provozu, individuální jízda nebo jízda v koloně,
- charakteristická vzdálenost jízdy, komunikace, zatížení vozidla, vliv situace,
- hluk a vibrace,
- teplota, vlhkost a čistota vzduchu, klimatické podmínky,
- doba činnosti aj.

### Plněné úkoly a jejich charakteristika:

- požadavky na předvídání,
- požadavky na motoriku,
- frekvence a opakovatelnost činností,
- závažnost úkolů a jejich rozsah,
- informační zátěž,
- týmová spolupráce aj.

Pracovní instrukce, legislativní omezení aj.:

- verbální a psaná komunikace,
- požadované postupy,
- výstraha a opatrnost,
- pracovní metody,
- nařízené úkoly,
- splnitelnost úkolů aj.

Fyziologická zátěž:

- únava, bolest, nepohodlí, hlad a žízeň,
- extrémní teploty, hluk, vibrace, nedostatek kyslíku,
- pohybové omezení, strach aj.

Psychologická zátěž:

- rychlost a obtížnost úkolu nebezpečí a riziko,
- hrozba (chyby, ztráty prestiže, života),
- monotonie, nízká četnost podnětů,
- rušení (hluk, oslnění, blikání, pohyb, barvy),
- nedůsledné a nejasné pokyny aj.

Individuální vlastnosti člověka:

- praxe v oboru, zručnost a zkušenost,
- osobnostní a inteligenční rozdíly,
- motivace a postoje, fyzická kondice,
- skupinová identifikace aj.

Při znalosti a respektování uvedených faktorů lze vyjádřit spolehlivost systému „člověk – silniční vozidlo“, např. za předpokladu, že jednotlivé úkony řízení vozidla jsou řešeny diskrétně a činnost řidiče se kryje s obdobím provozu vozidla. V přestávkách mezi jízdou se systém nachází ve stavu očekávání a přípravy k řešení následujícího úkolu (je prováděna údržba a příprava k jízdě). Systém splní úkoly jestliže:

- vozidlo je v bezporuchovém stavu a zásahy řidiče jsou včasné a bez chyby,
- řidič v průběhu provozu obnoví bezchybně bezporuchový stav vozidla,



- řidič se v období bezporuchového stavu vozidla dopustí chyby, kterou včas odstraní.

Bezpečnost a spolehlivost systému můžeme zvýšit identifikací a vyloučením potenciálních zdrojů kritických selhání způsobených člověkem. Ukazatelem, vyjadřujícím vliv potenciálních zdrojů selhání člověka, je tzv. index závažnosti  $I_z$ , který je dán vztahem

$$I_z = E_i \cdot F_i \cdot S_i \quad (1.2)$$

kde:

- $E_i$  ... pravděpodobnost výskytu chyby třídy  $i$  vedoucí k degradaci systému,  
 $F_i$  ... pravděpodobnost, že nastane degradace systému následkem chyby třídy  $i$ ,  
 $S_i$  ... závažnost důsledků vyjádřená číslem 0 až 1 [13].

## **2 Analýza spolehlivosti elektronického brzdového systému**

V oblasti konstrukce vozidel je alokace požadavků na spolehlivost specifikace požadavků na spolehlivost objektu jako celku a rozdělení na jeho jednotlivé části, které mohou zahrnovat nomenklaturu ukazatelů, jejich číselné hodnoty, podmínky provozování, časové období života, kritéria poruch.

V oblasti výroby je nutné dodržování úrovně technické a technologické kázně, nutnost dodržování předepsaných materiálů, dodržovat kvalitu montáže, zabíhání a důsledně dodržovat řízení jakosti.

### **2.1 Předpoklady pro měření**

Aby bylo možné vyhodnotit brzdny účinek a další parametry brzdění je nutná také kontrola doby náběhu u motorových a přípojných vozidel. Doba náběhu má za povinnost provést výrobce vozidel. Doba náběhu je základním parametrem pro další měření brzd. Toto měření provádí certifikované zkušebny jako např. společnost Dekra. Ta se při těchto měřeních řídí předpisem EHK 13. – Dohoda o přijetí jednotlivých technických pravidel pro kolová vozidla zařízení a části, které se mohou montovat, anebo používat na kolových vozidlech a o podmínkách pro vzájemné uznávání, schválení. Tento předpis uvádí přesnou metodiku pro měření náběhu a dle této metodiky prováděl autor i měření náběhu pro přípojná vozidla. Při těchto náběhů bylo simulovat závady, které se mohou vyskytovat na vozidlech a tím porovnat bezporuchový systém a systém s poruchou.

#### **2.1.1 Motorová vozidla**

Na počátku každé zkoušky musí být tlak ve vzduchojemech rovný tlaku, při kterém regulátor začíná znovu doplňovat systém. V systémech, které nemají regulátor (např. majících kompresor se samostabilizací tlaku), tlak ve vzduchojemu na začátku každé zkoušky, předepsané touto přílohou, musí být rovný 90 % tlaku udaného výrobcem.

Doba náběhu tlaku v závislosti na době zdvihu ovládacího orgánu se určí postupnými plnými zdvihy brzdového pedálu, od nejrychlejšího možného zdvihu až do zdvihu trvajících přibližně 0,4 s. Změřené hodnoty se vynesou do diagramu.

Za výsledek zkoušky se považuje doba náběhu odpovídající době zdvihu brzdového pedálu 0,2 s. Tato doba náběhu se může určit z diagramu interpolací.

Pro dobu zdvihu brzdového pedálu 0,2 s nesmí doba mezi počátkem ovládní pedálu a okamžikem, kdy tlak brzdovém válci dosáhne 75 % své asymptotické hodnoty, být delší než 0,6 sekundy.

U motorových vozidel s ovládací větví pneumatického spojovacího potrubí pro přípojná vozidla se měří doba náběhu brzdění, na konci potrubí délky 2,5 m a vnitřního průměru 13 mm, které se připojí ke spojkové hlavici ovládací větve spojovacího potrubí systému provozního brzdění. Při této zkoušce se připojí ke spojkové hlavici plnicí větve spojovacího potrubí objem  $385 \pm 5 \text{ cm}^3$  (který se pokládá za odpovídající vnitřnímu objemu hadice délky 2,5 m a vnitřního průměru 13 mm při tlaku 650 kPa).

Tahače návěsů musí být vybaveny ohebným potrubím pro spojení s návěsem. Spojkové hlavice jsou v tomto případě na koncích těchto ohebných trubic[17].

### 2.1.2 Přípojná vozidla

#### **Rozbor brzdových komponentů na přípojném vozidle**

V praktické části bude uveden popis komponentů přípojného vozidla se systémem Wabco konfigurace komponentů 4S/3M, což znamená 1x modulátor, 4x snímač otáček kol ABS, 1x EBS relé ventil. Tato konfigurace se používá u přípojných vozidel dvou až pětinápravových, točnicových s centrální nápravou se vzduchovým pérováním.

Popis komponentů:

- **Napájecí zásuvka napětí ISO 7638** -napájí modulátor elektrickým napětím a řidič je pomocí kontrolky přes PIN 5 této zásuvky informován o stavu systému (signalizace kontrolky se řídí platnými zákonnými předpisy). Jedná se o sedmipólovou zásuvku, která je propojena s tažným vozidlem a prochází jím datové vedení CAN [10].
- **Spojovací hlavice brzdového a plnicího vedení** – slouží k propojení vzduchové brzdové soustavy nákladního vozidla s brzdovou soustavou přívěsného vozidla v souladu s evropskými předpisy. Při připojování se spojková hlavice na spojovací hadici spojí se spojkovou hlavici připevněnou k motorovému vozidlu otočením a současným zasunutím protějších vodiček. Za

těmito hlavicemi se nachází potrubní filtr, který chrání vzduchovou brzdovou soustavu před znečištěním [8].

- **Napájení přes brzdové světlo** – při výpadku napájecího napětí přes konektorové spojení ISO 7638 se může brzdový systém alternativně napájet – jako bezpečnostní funkce – přes brzdové světlo. Podle evropské směrnice není napájení realizované výhradně přes brzdové světlo povoleno. Je to z toho důvodu, že při výpadku napětí přes ISO 7638 není funkční regulace jízdní stability, podpora příčné stability a není elektronicky řízené vzduchové pérování.
- **Pneumatický rozšiřovací modul** – jedná se o integrovaný ventil, který zahrnuje funkci proti přetížení – zabraňuje sčítání brzdných sil od provozní a parkovací brzdy. Dále slouží jako přepouštěcí ventil s omezeným zpětným prouděním a jako přepouštěcí ventil, který se uzavírá při tlaku 6 barů a jistí připojený okruh brzdové soustavy při poklesu tlaku v okruhu vzduchového pérování [10].
- **Pružinový válec Tristop** – jedná se o kombinované pružinové membránové válce, které zajišťují vytvoření brzdné síly pro kolové brzdy. Skládají se z membránové části využívané soustavou provozních brzd a z pružinové části, kterou využívá pomocný brzdový okruh a parkovací brzda. Tento kombinovaný brzdový válec se skládá ze dvou samostatných vzduchových komor. Při zpuštění provozní brzdy proudí tlakový vzduch přípojkou do prostoru v brzdovém válci v přední části, kde tlačí na píst proti síle tlačené pružiny. Pístní tyč působí vytlačěním do brzdového třmenu a tím na kolovou brzdu. Při odvzdušnění tohoto prostoru dochází k úniku vzduchu a odbrzdění kolové brzdy. Membránový válec je ve své funkci zcela nezávislý na pružinové části. Zadní část kombinovaného brzdového válce se skládá z přípojky na vzduch, komory, pístu a tlačné pružiny. Při zabrzdění pomocí parkovací brzdy dojde k vypuštění vzduchu z komory válce a pružina válce zatlačí píst, který posune tyč válce do třmene brzdy. Při odbrzdění se pomocí potřebného tlaku vzduchu natlakuje potřebné množství do zadní komory válce a píst zatlačí přes pružinu do zadní části válce. Tím se uvolní tyč válce a vozidlo je odbrzděno. Válec je pro případy nouze vybaven zařízením pro mechanické uvolňování pružinové části. Při úplném poklesu tlaku na přípojce parkovací brzdy lze parkovací brzdu uvolnit

vyšroubováním šroubu se šestihrannou hlavou. U těchto přípojných vozidel se používají i jednoduché brzdové válce, které se používají pouze na provozní brzdění. Je zde pouze jeden píst, jedna membrána a jedna pružina.

- **Vzduchojemy** – zásobníky vzduchu jsou napojeny na plnicí tlak soustavy provozní brzdy a na plnicí tlak vzduchového pérování. Jedná se o tlakové nádoby, které se nesmí svářet, jsou opatřeny dvěma až třemi vývody, z nichž jeden je odkalovací ventil, který slouží k vypuštění kondenzátu.
- **Ventil zvedání a spouštění** – slouží k ovládní zvedání a spouštění šasi v přívěsech, podvozcích, výměnných valníků se vzduchovým pérováním. Tento ventil má tři polohy. V poloze ruční páky „jízda“ je zvedací zařízení vyřazeno. Druhá poloha slouží ke zvednutí podvozku, kde ruční páka uvolní aretaci stlačením v ose dolů a přes polohu „stop“ se páka přesune do polohy zvedat. Po dosažení potřebné výšky zdvihu je třeba ruční páku dát do následné polohy „stop“. Výška zdvihu je možná až 300 mm. Pro potřebné spuštění podvozku pod jízdní výšku slouží poloha ruční páky (spouštět) a vzduchové měchy jsou odvzdušněny.
- **Měch pérování** – jedná se o pryžový válec, který má ve spodní části většinou plastový zvon, který je připevněn k nápravě vozidla. Horní část měchu uzavírá kovová deska, která je upevněna k šasi vozidla. Do kovové desky je přivedena vzduchová přípojka, která je napojena ke vzduchovému vedení pérování vozidla.
- **Ventil zvedací nápravy** – jedná se o kompaktní ventil, který je propojen s plnicí větví vozidla a větví vzduchového pérování. Tento ventil zajišťuje ruční, nebo automatické zvedání nápravy, nebo náprav po dosažení maximálního přípustného zatížení náprav. Elektrické ovládní a monitorování provádí modulátor přívěsu.
- **Reléový ventil EBS** – se používá v elektropneumatickém brzdovém systému, jako nastavovací člen pro regulaci brzdných tlaků na přední nápravě u přívěsů, nebo na třetí nápravě u návěsů. Reléový ventil EBS se skládá z reléového ventilu se dvěma elektromagnetickými ventily (napouštěcí a vypouštěcí ventil),

redundantního ventilu a tlakového senzoru. Elektrické ovládání a monitorování provádí modulátor přívěsu.

- **Ventil vzduchového pérování** – regulaci tlaku ve vzduchovém měchu v závislosti na vzdálenosti šasi / náprava zajišťuje ventil vzduchového pérování. Tento ventil zavírá od určitého, nastavitelného úhlu páky a při další aktivaci páky přejde do funkce odvzdušnění. Tímto výškovým omezením se zabrání tomu, aby se vozidlo zvedlo nad přípustnou výšku prostřednictvím otočného šoupátkového ventilu [8], [10].
- **Snímač otáček ABS** – při konfiguraci ABS 4S 3M je tříosý návěs vybaven 4 senzory ABS. Snímač otáček ABS dává řídicí jednotce informace o rychlosti otáčení jednotlivých kol. Pokud řídicí jednotka dostane signál, že je kolo blokováno, krátkodobě sníží tlak v brzdovém systému a tím uvede znovu kolo do pohybu. Systém zajišťuje relativně stále otáčení kol a říditelnost vozu [18]. Snímač ABS je umístěn v držáku na nápravnici. Skládá se z: tyčového magnetu, magneticky měkkého pólového nástavce, indukční cívky, těla snímače kabelu. Obvyklá vzduchová mezera bývá v rozmezí 0,8 – 1,5 mm.
- **Modulátor** – slouží k regulaci a monitorování elektropneumatické brzdové soustavy. Modulátor je namontován v elektropneumatické brzdové soustavě mezi vzduchojemem, resp. Dvojitým PREV ventilem a brzdovým válcem. Reguluje tlak v brzdovém válci na obou stranách jedné, dvou nebo tří náprav. Modulátor komunikuje při použití rozšířeného konektoru ISO 7638 s motorovým vozidlem přes elektrické rozhraní přívěsu. Modulátor je vybaven dvěma pneumaticky nezávislými tlakovými regulačními kanály, které mají vždy odvzdušňovací a zavzdušňovací ventil, redundanční ventil, tlakový senzor a společnou regulační elektroniku. Požadované zpoždění vozidla se určuje integrovaným tlakovým senzorem na základě měření pneumatického řídicího tlaku z tahače a – při připojeném rozhraní přípojného vozidla – požadované hodnoty CAN. U vozidel s dlouhým náběhem brzdného účinku může být v případě potřeby připojen přídatný samostatný senzor brzdného tlaku pro jeho vylepšení. Modulátor je vybaven integrovaným senzorem zatížení náprav. Kromě toho může být připojen samostatný senzor zatížení náprav, aby bylo

možné používat např. u hydraulického pérování, tlakový senzor s větším rozsahem měření. V závislosti na naložení vozidla se upravuje brzdná síla (regulace brzdné síly v závislosti na zatížení). Navíc jsou pomocí až čtyř senzorů otáček registrovány rychlosti kol a vyhodnocovány. Při tendenci k zablokování sníží regulační okruh ABS brzdný tlak stanovený pro brzdové válce. Modulátor je vybaven elektrickou přípojkou pro reléový ventil ABS nebo EBS. Pomocí této přípojky je možné samostatně regulovat tlaky v brzdových válcích jedné nápravy. Plnicí tlak je snímán integrovaným tlakovým senzorem. Při plnicím tlaku nižším než 4,5 bar je řidič varován žlutou a červenou kontrolkou.

- **Parkovací – odbrzd'ovací – bezpečnostní ventil** – plní typickou funkci brzdového ventilu přípojného vozidla, tj. funkci potlačení přetržení brzdového vedení, nebo obsluhu vzduchojemů na připojeném přípojném vozidle. Princip činnosti je že tlakový vzduch přicházející přes spojkovou hlavici plní z motorového vozidla tento ventil a dále zásobuje vzduchojemy přípojného vozidla. Dále přes přípojku proudí tlakový vzduch ke komorám pružinových válců a další přípojkou je spojen vzduchovým vedením k modulátoru EBS přípojného vozidla. Černým tlačítkem (odbrzd'ovací tlačítko brzdové soustavy) lze brzdovou soustavu po automatickém zabrzdění zaparkovaného vozidla ručně odbrzdit bez potřeby přívodu tlakového vzduchu, je-li ve vzduchojemu dostatečný tlak. Červeným ovládacím tlačítkem (ovládání systému parkovací brzdy) lze brzdit nebo odbrzd'ovat parkovací brzdu[19].

### ***Příklad měření náběhu brzdného účinku na návěsu Krone se vzduchovým systémem Wabco.***

Všechna motorová i přípojná vozidla mají předepsanou dobu náběhu brzdného účinku, který mají za povinnost splňovat. Tyto zkoušky provádí v České Republice např. společnost Dekra, která schvaluje způsobilost vozidel a technických parametrů a to i správnou účinnost brzd. Autor měl praktickou možnost se těchto měření zúčastnit a měření provádět.

Další měření správného náběhu brzd prováděl autor ve společnosti CDS Náchod, která disponovala zařízením CTU 446 310 010 od společnosti Wabco.

Doba náběhu tlaku na přípojných vozidlech se měří bez motorového vozidla. Motorové vozidlo se nahradí simulátorem, k němuž se připojí spojková hlavice plnicí větve a spojková hlavice ovládací větve pneumatického spojovacího potrubí anebo konektor elektrického ovládacího vedení.

Tlak v plnicí větvi spojovacího potrubí musí být 6,5 baru.

Simulátor ovládací větve pneumatického spojovacího potrubí musí mít tyto charakteristiky:

Musí obsahovat vzduch o objemu 30 litrů, naplněný před každou zkouškou vzduchem o tlaku 6,5 baru; v průběhu zkoušky se nesmí doplňovat. Simulátor musí obsahovat ve výstupu z ovládacího orgánu clonku s otvorem o průměru 4 až 4,3 mm. Objem potrubí měřený od otvoru clonky až ke spojkové hlavici včetně, musí být  $385 \pm 5 \text{ cm}^3$  (který se pokládá za odpovídající vnitřnímu objemu hadice délky 2,5 m a vnitřního průměru 13 mm, při tlaku vzduchu 6,5 baru).

Ovládací zařízení brzdového systému musí být provedeno tak, aby jeho funkci nemohla ovlivnit zkoušející osoba.

Zásobník musí být připojen ke spojkové hlavici bez použití ohebných trubíc. Spojení mezi těmito zásobníky a spojkovou hlavici musí mít vnitřní průměr nejméně 10 mm.

Při seřízení se použije uspořádání se spojkovou hlavici, které je reprezentativní pro druh namontovaný na přípojně vozidlo, jehož typ se má schválit.

Simulátor k ověřování odezvy na signály přenášené elektrickým ovládacím vedením musí mít následující vlastnosti:

Simulátor musí vyvozovat digitální signál požadované hodnoty v elektrickém ovládacím vedení podle normy ISO 11992-2:2003 a musí předat příslušné informace přípojněmu vozidlu prostřednictvím pólů 6 a 7 konektoru podle normy ISO 7638:2003. Pro účely měření doby odezvy může simulátor na žádost výrobce předat na přípojně vozidlo informaci, že není přítomna žádná pneumatická ovládací větev spojovacího potrubí a že požadovaný signál procházející elektrickým ovládacím vedením je vyvozován dvěma nezávislými okruhy.

Ovládací orgán brzdového systému musí být konstruován tak, aby jeho provozní vlastnosti nebyly ovlivněny zkoušející osobou.



Požadavky na vlastnosti:

U přípojných vozidel s pneumatickou ovládací větví spojovacího potrubí nesmí doba, která uplyne mezi okamžikem, kdy tlak vyvozený simulátorem v ovládací větví spojovacího potrubí dosáhne 6,5 baru, a okamžikem, kdy tlak v brzdovém válci přípojného vozidla dosáhne 75% své asymptotické hodnoty, přesáhnout 0,4 sekund.

Přípojná vozidla s pneumatickou ovládací větví spojovacího potrubí a mající elektrický ovládací převod musí být při zkoušce elektricky napájena prostřednictvím konektoru podle normy ISO 7638:2003 (s 5 nebo 7 póly).

U přípojných vozidel s elektrickým ovládacím vedením nesmí doba, která uplyne mezi okamžikem, kdy signál vyvozený simulátorem přesáhne ekvivalent hodnoty 6,5 baru, a okamžikem, kdy tlak v brzdovém válci přípojného vozidla dosáhne 75 % své asymptotické hodnoty, přesáhnout 0,4 sekund [17].

Příklad měření náběhu brzdného účinku na návěsu Krone se vzduchovým systémem Wabco.

Všechna motorová i přípojná vozidla mají předepsanou dobu náběhu brzdného účinku, který mají za povinnost splňovat. Tyto zkoušky provádí v České Republice např. společnost Dekra, která schvaluje způsobilost vozidel a technických parametrů a to i správnou účinnost brzd. Měření účinku náběhu si mohou měřit a ověřovat výrobci brzdových systémů. Autor měl praktickou možnost se těchto měření zúčastnit a měření provádět.

U přípojných vozidel s pneumatickou ovládací větví spojovacího potrubí a s elektrickým ovládacím vedením se provede měření doby odezvy zvlášť pro pneumatické potrubí a zvlášť pro elektrické vedení podle příslušného postupu.

Měření správného náběhu brzd prováděl autor ve společnosti CDS Náchod, která disponovala zařízením CTU 446 310 010 od společnosti Wabco.

Každé měření bez závady nebo se simulovanou závadou bylo prováděno v cyklech po pěti měřeních.

### ***Praktická zkouška náběhu***

Tuto zkoušku prováděl autor z důvodu ověření správnosti a fungování elektronického brzdového systému. Při této zkoušce bude simulována závada na brzdovém systému.

Na zkoušeném přípojném vozidle byl použit brzdový elektronický systém Wabco.

Nejprve je nutné zapojit měřící zařízení k přípojnému vozidlu viz Obr. 2.1 a Obr. 2.2.



Obr. 2.1 - Měřící zařízení Wabco CTU pro měření brzdového náběhu přípojného vozidla

Zdroj: vlastní zpracování



Obr. 2.2 - Měřící zařízení Wabco CTU pro měření brzdového náběhu přípojného vozidla

Zdroj: vlastní zpracování

Přístroj musí být napojen na přívod vzduchu z externího zdroje a z přístroje je tlakový vzduch napojen přes plnicí koncovku do přípojného vozidla. Další zapojení je přes

interface do počítače se softwarem Wabco. Dalším krokem je zapojení snímačů, které jsou namontovány na brzdové válce přívěsného vozidla viz Obr. 2.4. Snímače jsou označeny DS 1, DS 2, DS 3 a toto značení je zobrazeno ve výstupním protokolu. Po natlakování nádoby přístroje je nutná kalibrace snímačů, která se provádí automaticky. Dalším krokem musí být vytvořena simulace naloženého přípojného vozidla, která se docílí vyprázdněním vzduchových vaků pérování. Tento tlak musí být pod 0,15 baru na přípojném vozidle.



Obr. 2.3 - Příslušenství k měřicímu zařízení CTU

Zdroj: vlastní zpracování



Obr. 2.4 - Připojení snímače CTU k brzdovému válci

Zdroj: vlastní zpracování



Obr. 2.5 - Detail připojení snímače CTU k brzdovému válci

Zdroj: vlastní zpracování



Obr. 2.6 - Podvozek přípojného vozidla

Zdroj: vlastní zpracování

## 2.2 Analýza EBS při bezporuchovosti

V horním grafu, kde je snímán časový průběh pneumatického ovládní, je na ose X doba v milisekundách, která značí dobu náběhu pro brzdění. Osa Y znázorňuje tlak, který je nutné k zabrzdění vozidla. Červená linka v grafu znázorňuje dobu a tlak v brzdovém vedení, zelená linka znázorňuje tlak a dobu ve snímači DS-1. Jak je patrné z grafu, doba náběhu pomocí pneumatického ovládní je 0,36 s. Tento čas je v toleranci dle normy EHK 13.

Ve spodním grafu, kde je snímán časový průběh elektrického ovládní, je na ose X doba v milisekundách, která značí dobu náběhu pro brzdění. Osa Y znázorňuje tlak, který je nutné k zabrzdění vozidla. Červená linka v grafu znázorňuje dobu a tlak v brzdovém vedení, zelená linka znázorňuje tlak a dobu ve snímači DS-1. Jak je patrné z grafu, doba náběhu pomocí elektrického ovládní je 0,24 s. Tento čas je v toleranci dle normy EHK 13.

Elektrické ovládní je zajištěno pomocí CAN vedení. CAN (Controller Area Network) je sériová (datová) sběrnice vyvinutá firmou Bosch. Vývoj sběrnice začal v roce 1983 a oficiálně byla představena v roce 1986. Následně v roce 1992 byl na trh uveden první automobil se sběrnici CAN od firmy Mercedes-Benz. K využití CAN sběrnice pro vlastní diagnostiku jednotek však došlo později. Cílem CAN sběrnice bylo vytvořit protokol, který by především vedl k úspoře kabeláže a tím i hmotnosti. Dalším cílem bylo zajistit bezpečný přenos informací mezi snímači, řídicími a výkonovými prvky automobilových systémů. Datová sběrnice CAN je dvoudrátový systém s přenosovou rychlostí 100 kBit/s (komfortní systém/informatika) nebo 500 kBit/s (hnací ústrojí). Datová sběrnice CAN je zapojena paralelně ke všem řídicím jednotkám příslušného systému CAN. Obě vedení datové sběrnice CAN jsou nazývána CAN-High a CAN-Low vedení. Fyzická vrstva je tvořena dvěma společně kroucenými vodiči, které jsou nazývány Twisted Pair [20].

### *Popis grafu měření viz Graf 2.1*

- Check the response time according to ECE R13 annex 6 point 3 – Zkontrolujte dobu odezvy podle ECE R13 příloha 6 bod 3.

Horní graf: pneumatické brzdové vedení

- pneumatik brake line – pneumatické brzdové vedení,
- pneumatik brake line (DS - 4) - pneumatická brzda,
- brake cylinder (DS - 1) brzdový válec, snímač DS-1.

Dolní graf: elektrické brzdové vedení

- electrical brake line (CAN) - elektrické brzdové vedení,
- brake cylinder - (DS-1)-brzdový válec, snímač DS-1,
- build - up time - doba náběhu.

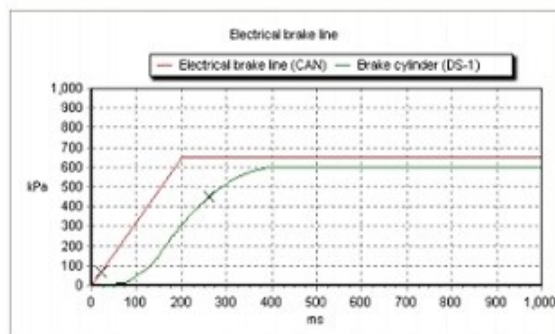
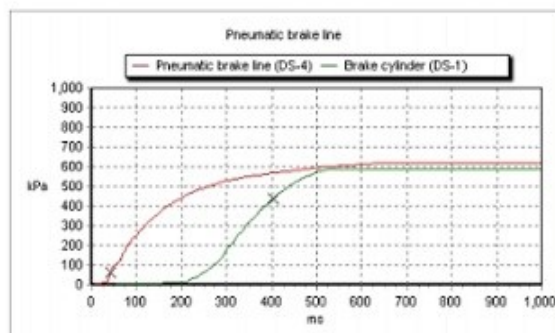
Last pressure sensor calibration - poslední kalibrace senzoru tlaku.

Tab. 2.1 - Vysvětlení grafu Wabco, protokol pro měření náběhu

Organization- organizace	Jan Petřek	Test report number-číslo zkušební zprávy	JP 01
Manufacturer-výrobce	Krone	Chassis number-číslo podvozku	WKESD000000644903
Vehicle type-typ vozidla	SD	Odometerreading-ujetá vzdálenost	476 123
Tester-jméno mechanika	Jan Petřek	Signature  Podpis	
Date-datum	2019/12/07		

Zdroj: vlastní zpracování

**Check the response time according to ECE R13 annex 6 point 3:**



	Build-up time
Pneumatic control	0.36 s
electrical control	0.24 s

Last pressure sensor calibration:

DS-1, DS-2; DS-3: 2019/12/07 09:31:00

DS-4, DS-5: 2019/12/07 09:35:00

Organization	Jan Petrek	Test report number	JP_01
Manufacturer	Krone	Chassis number	WKESD000000644903
Vehicle type	SD	Odometer reading	476123
Tester	Jan Petrek	Signature	
Date	2019/12/07 9:43		

Graf 2.1– Měření č. 1 náběhu bez poruchy

Zdroj: vlastní zpracování

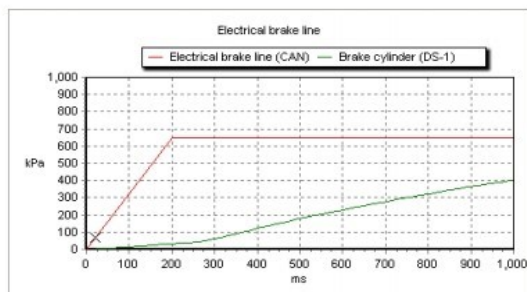
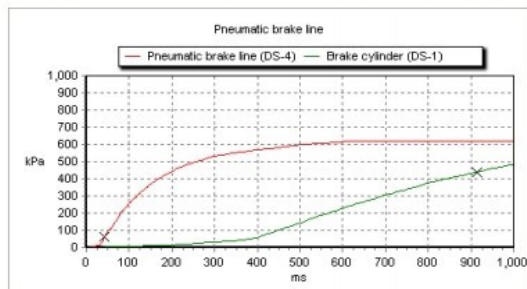
### **2.3 Analýza EBS s mechanickou poruchou – únikem vzduchu**

Při tomto měření náběhu brzd byla simulována mechanická porucha, kde byl vytvořen únik vzduchu z pneumatického vedení, před brzdovým válcem nápravy. Tato porucha zapříčiní delší brzdnou dráhu silniční soupravy a nesouměrnost brzd na jedné nápravě. Při tomto měření je patrné z horního grafu, že doba náběhu brzdy je 0,87 s. Při možném úniku na více brzdových válců nebo na hlavním vedení pneumatického vedení by bylo toto vozidlo nezpůsobilé k provozu na pozemních komunikacích.

Při tomto měření je patrné na grafu spodním, že doba náběhu pomocí elektrického ovládání je 1,10 s. Toto měření prokázalo, že i elektrické ovládání brzdového systému při poruše mechanických částí brzd neodpovídá technickým podmínkám provozu vozidel na pozemních komunikacích.



**Check the response time according to ECE R13 annex 6 point 3:**



	Build-up time
Pneumatic control	0.87 s
electrical control	1.10 s

Last pressure sensor calibration: DS-1, DS-2; DS-3: 2019/12/07 09:31:00  
 DS-4, DS-5: 2019/12/07 09:35:00

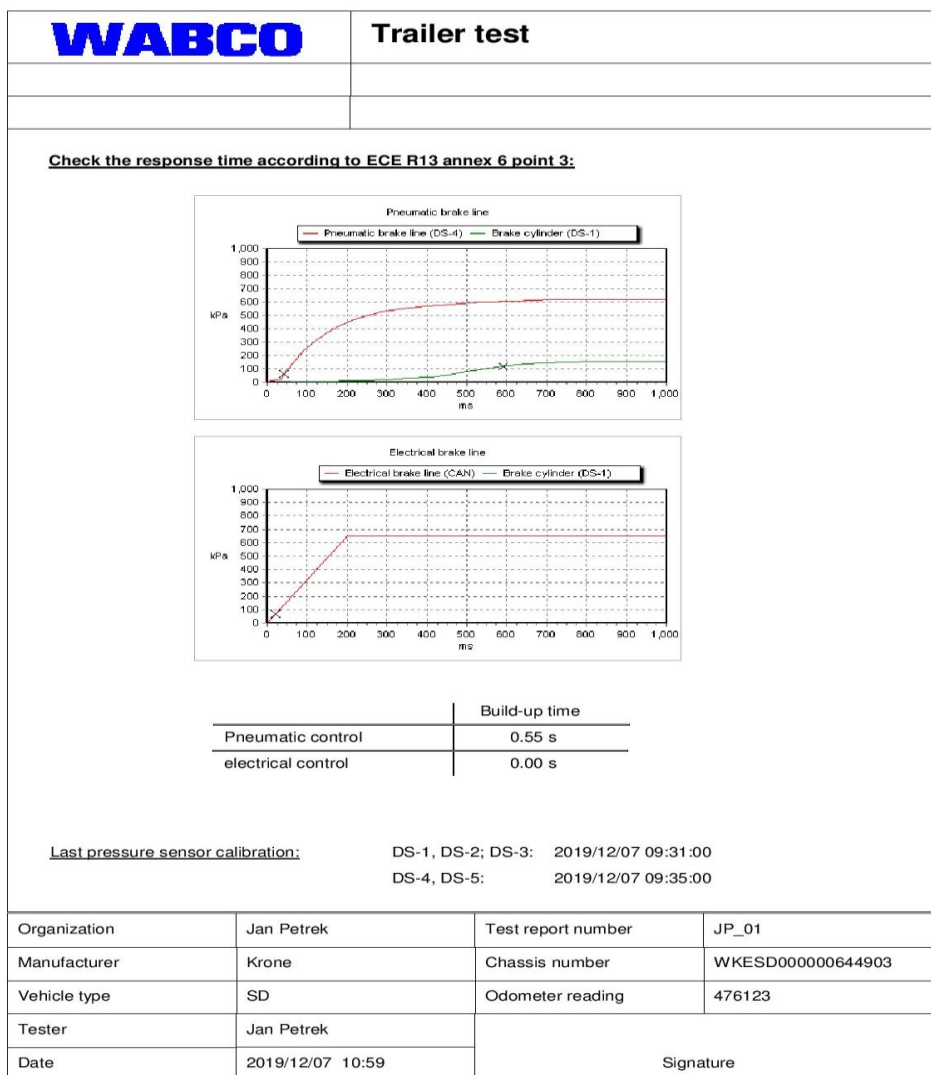
Organization	Jan Petrek	Test report number	JP_01
Manufacturer	Krone	Chassis number	WKESD000000644903
Vehicle type	SD	Odometer reading	476123
Tester	Jan Petrek	Signature	
Date	2019/12/07 10:13		

Graf 2.2 - Měření č. 2 náběhu s poruchou

Zdroj: vlastní zpracování

## 2.4 Analýza EBS s elektronickou poruchou – odpojením relé ventilu

Při tomto měření náběhu brzd byla simulována elektrická porucha, kde byl odpojen relé ventil. Při tomto měření je patrné z horního grafu, že doba náběhu brzdy je 0,55 s. Toto měření prokázalo, že bez funkčního elektronického systému brzd není zajištěna řádná funkce pneumatického brzdění. Při tomto měření je patrné na grafu spodním, že doba náběhu pomocí elektrického ovládání nebyla naměřena žádná hodnota. Toto měření prokázalo, že elektrické ovládání brzdového systému při poruše mechanických částí brzd neodpovídá technickým podmínkám provozu vozidel na pozemních komunikacích.



Graf 2.3 – Měření č. 3 náběhu s poruchou

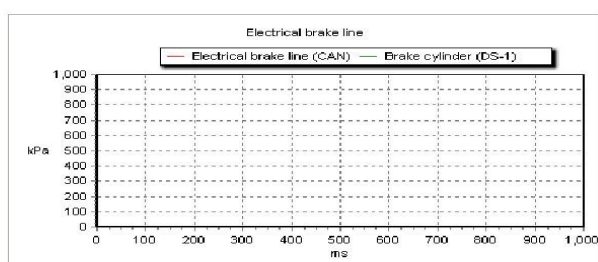
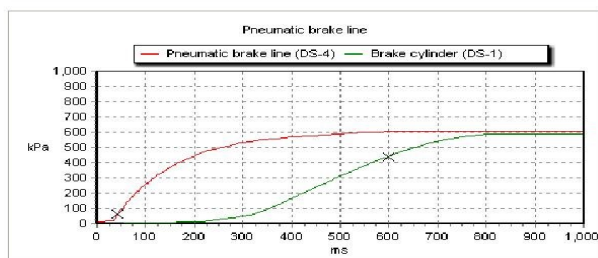
Zdroj: Vlastní zpracování

## **2.5 Analýza EBS s elektronickou poruchou odpojením kabelu ABS**

Při tomto měření náběhu brzd byla simulována elektrická porucha, kde byl odpojen kabel ABS. Toto měření simulovalo poruchu, kde byl na přípojném vozidle vyřazen elektronický brzdový systém, tudíž se jedná o konvenční brzdový systém. Při tomto měření je patrné z horního grafu, že doba náběhu brzdy je 0,56 s.

Opět nevyhovující stav vozidla. Při této poruše je zpoždění brzd na všech nápravách vozidla. Při tomto měření je patrné na grafu spodním, že doba náběhu pomocí elektrického ovládání nebyla naměřena žádná hodnota. Je to pochopitelné, protože CAN signál přenášený z vozidla je převáděn přes kabel ABS.

**Check the response time according to ECE R13 annex 6 point 3:**



	Build-up time
Pneumatic control	0.56 s
electrical control	---

Last pressure sensor calibration: DS-1, DS-2; DS-3: 2019/12/07 09:31:00  
DS-4, DS-5: 2019/12/07 09:35:00

Organization	Jan Petrek	Test report number	JP_01
Manufacturer	Krone	Chassis number	WKESD000000644903
Vehicle type	SD	Odometer reading	476123
Tester	Jan Petrek	Signature	
Date	2019/12/07 11:17		

Graf 2.4 – Měření č. 4 náběhu s poruchou

Zdroj: Vlastní zpracování

Výše uvedené případy měření ukazují na důležitost bezporuchovosti jak pneumatického brzdového systému – konvenčního, tak i elektronického brzdového systému. U poruch, kde dochází k mechanickému poškození pneumatického vedení jako v měření č. 2, porucha vyvstane pouze u dané nápravy nebo konkrétní brzdy. U poruch v elektronickém brzdovém systému se závada projeví částečně viz měření č. 3. při odpojení relé ventilu, nebo, a to je nejzávažnější problém vedení CAN signálu od

vozidla viz měření č. 4. V tomto případě může být porucha nejen v kabelu, ale i v elektrickém vedení, zásuvkách atd., nebo i v tažném vozidle.

## 2.6 Analýza brzdného účinku jízdní soupravy

Měření bylo prováděno na suchém povrchu v přímém úseku a bylo zaměřeno na brzdění v poruchových režimech brzdové soustavy. Měření brzdného účinku jízdní soupravy bylo prováděno v režimech, které zohledňují vyhovující technický stav brzdových systémů a v režimech, které simulují závadu brzdového elektronického systému. Jako příklady řešení byly zkoumány brzdné účinky jízdní soupravy v režimech, které reprezentují výše uvedené problémové aspekty. Toto měření se mohlo uskutečnit za podpory Ing. Andeje Haringa, soudního znalce v oboru doprava, lektora systému nákladních vozidel a pracovníků Ústavu soudního inženýrství VÚT Brno pana Ing. Alberta Bradáče, Ph.D. a Doc. Ing. Bc. Marka Semely, Ph.D..

Jedná se o:

**Měření brzdného účinku jízdní soupravy ve vyhovujícím technickém stavu.** V rámci těchto měření byl tahač a přípojný vozidlo ve vyhovujícím technickém stavu, obě vozidla splňovala technické a legislativní podmínky pro provoz po pozemních komunikacích. Komunikace elektronických brzdových soustav tažného a přípojného vozidla byla propojena přes komunikační rozhraní ISO 7638, které je požadováno evropskou a také národní legislativou. Výsledky tohoto měření reprezentují vzorek jízdní soupravy ve vyhovujícím technickém stavu v provozu běžně se vyskytující konfigurace a zároveň budou sloužit jako srovnávací etalon pro měření brzdného účinku jízdní soupravy v dalších režimech.

**Měření brzdného účinku jízdní soupravy v režimu, kdy byl odpojený levý brzdový válec první nápravy přípojného vozidla.** Tohoto stavu bylo dosaženo odpojením pneumatického vedení z modulátoru TEBS do levého brzdového válce přední nápravy návěsu. Zatížení jízdní soupravy bylo zvoleno tak, aby nedošlo ke zvednutí přední nápravy. Tento stav simuluje poškození mechanických komponent – v tomto případě mechanickou závadu brzdového třmenu kotoučové brzdy a také nevyhovující stav pneumatických komponent a pneumatické regulace - v tomto případě brzdového válce,

nebo jeho součástí (membrána, pístek, tlačítko, těsnění/vlnovec), závadu pneumatického vedení nebo šroubení z výstupu 22/21 modulátoru TEBS, případně závadu regulace tlakového vzduchu vnitřního kanálu výstupního přípoje 22/21 tohoto modulátoru.

**Měření brzdného účinku jízdní soupravy v režimu, kdy byl vypojen propojovací kabel ISO 7638.** Tento stav simuluje závadu elektronických komponent, závadu elektronické regulace a komunikace dle komunikačních protokolů. Brzdění přípojného vozidla – návěsu probíhá pouze v pneumatickém režimu, není funkční automatická, dynamická vzájemná synchronizace brzdného účinku tažného a přípojného vozidla v průběhu brzdění. Také nefunguje automatická zátěžová regulace, což je jednou z podmínek obsažených v příslušné legislativě. V tomto režimu nejsou funkční také systémy aktivní bezpečnosti – systém ABS, systém ochrany proti převrácení RSS a také další přídavné funkce, jako jsou automatické zvedání/spouštění nápravy, automatické nastavení jízdní výšky rámu návěsu, uzamykání říditelné nápravy, signály GIO a další. Pro účely měření bude použitý návěs, který nemá dodatečné napájení elektronické řídicí jednotky a elektromagnetických ventilů modulátoru TEBS přes brzdová světla, čím bude dosaženo splnění výše uvedeného stavu.

## **2.7 Analýza možného omezení spolehlivosti elektronického brzdového systému**

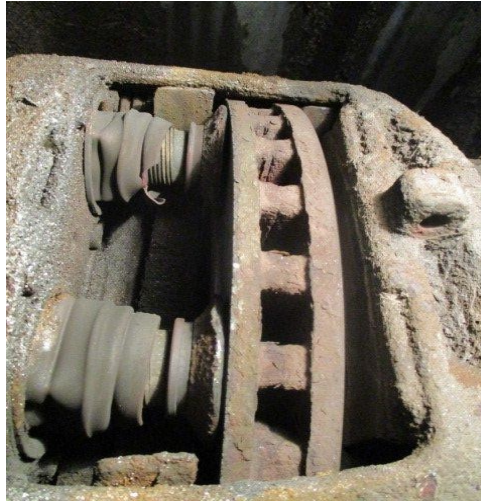
U některých závad v elektronickém brzdovém systému je nutná kontrola a znalost systému mechanické části. V modulátoru TEBS přípojného vozidla je část, ve které je ventil proti součtu sil. Jeho základní funkcí je zamezit mechanickému poškození brzdových válců a částí třmenů brzd. Je to ventil, který je pouze na pneumatickém principu. Jestliže je tento ventil nefunkční, dochází i za jízdy k aktivaci parkovací brzdy a dochází k částečnému, nebo úplnému odvzdušnění pružinových částí kombinovaných válců. Žádný diagnostický systém tuto závadu neodhalí, protože se jedná pouze o mechanickou závadu. Tato závada může mít za důsledek úplné zastavení jízdní soupravy.

Další možností jak omezit funkčnost elektronického brzdového systému je neodborné nastavení zátěžového regulátoru. Při zatížení přípojného vozidla dojde při nesprávném nastavení k neodpovídajícímu brzdnému účinku a tím při jízdě i k zalomení jízdní soupravy.

V neposlední řadě je nutné pravidelné školení o technice i řídiče těchto vozidel. V dobách minulých byla zvyklost, že řidiči nákladních vozidel byli vycvičeni v oboru. Výhodou byla znalost svěřených dopravních prostředků a možnost předcházení závad, které mohly vznikat provozem vozidla. V současnosti je procento kvalifikovaných řidičů minimální a z toho plynou zbytečné závady nebo i dopravní nehody. Většina řidičů nezná ani plné využití a technické možnosti elektronických systémů vozidel. Příkladem neznalosti o možnostech elektronických systémů vozidel je příklad špatného uložení nákladu na přípojném vozidle. Většina moderních přípojných vozidel je vybavena systémem RSS – stabilita jízdy soupravy. Tento systém umožňuje zlepšit stabilitu jízdy při průjezdu zatáčkou nebo při náhlém směru jízdy. Problém může vyvstat, pokud řidič uloží špatně náklad na vozidlo. Pokud při jízdě dojde vlivem špatného uložení nákladu např. sudy, ocelové svitky, barely může neplánovaně dojít k příčnému náklonu přípojného vozidla a tím se může aktivovat systém RSS. Při aktivaci RSS dochází k plnému brzdnému účinku a hrozí převrácení silniční soupravy. Tyto případy kdy došlo k uvolnění nákladu, aktivaci systému RSS a neznalosti řidiče svěřené techniky se skutečně staly. Proto je nutné zapojit do pravidelných školení řidiče obsluhující tyto vozidla. Autor, který pracuje ve společnosti, která disponuje nákladními vozidly, navrhl od roku 2017 při periodických školení řidičů i školení svěřené techniky, doporučení výrobců, novinky a možnost využití elektronických systémů.

### **Servisní interval**

Možnost omezení spolehlivosti brzdových systémů jsou prodlužující se servisní intervaly. Při zvyšujících se servisních intervalech hrozí u mechanických částí brzd, které nejsou kontrolovány elektronicky nadměrné opotřebení. Např. ložiska nábojů kol, netěsnost nábojů kol viz Obr. 2.8 a Obr. 2.9, poškozené součásti brzdových třmenů viz Obr. 2.7.



Obr. 2.7 - Nefunkční brzdový třmen

Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. 2.8 a 2.9 - Poškozený náboj nápravy

Zdroj: Vlastní zpracování

### **Kapalina v brzdovém systému**

Omezení spolehlivosti brzdových systémů u přípojných vozidel souvisí i s vozidlem tažným, kde je nutnost pravidelné kontroly přítomnosti vody v brzdové soustavě. Při úniku vody z tažného vozidla dochází i u vozidla přípojného k poškození elektronického brzdového systému z důvodu přítomnosti vody nejen v elektronické části např. modulátor, tak i v části mechanické. např. vzduchové ventily, brzdové válce.



V současnosti dochází každým rokem k velkému pokroku a modernizaci všech motorových i přípojných vozidel. Pokud jde o celkové zhodnocení spolehlivosti elektronických brzdových systémů lze říci, že úroveň používaných systémů je na vysoké úrovni. Vývojové společnosti zabývající se těmito systémy jsou velmi sofistikované a prakticky jim nelze nic vytknout. Systémy jsou propracované a nabízejí možnosti k dalšímu zdokonalování. Je nutné si stále ale uvědomovat, že sebelepší elektronický systém je závislý na mechanických komponentech, na které nemá žádná diagnostika vliv. Omezujícím faktorem je lidský činitel. Ať už je to systém vzdělávání, obsluha vozidel, správné vytěžování a celková součinnost v logistickém systému.

### 2.7.1 Identifikace tažného a přípojného vozidla

Parametry tahače MAN TGX 18.440, specifikace v rozsahu potřebném pro potřeby práce viz Tab. 2.2:

Tab. 2.2 – Zpracování parametrů vozidla

Značka a typ vozidla	MAN TGX 18.440
Druh vozidla	tahač návěsů
Rok výroby/uvedení do provozu	2015
Počet najetých kilometrů	612162 km
Počet náprav (z toho poháněných)	2 - 1 zadní (4x2)
Specifikace brzdového systému	EBS (elektronický brzdový systém)
Výrobce, typ	KNORR-BREMSE, EBS 5
Konfigurace	4S/4M
Provozní hmotnost (kg)	7 936
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost (kg)	20 000/18 000
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu (kg)	7 500/7 500, 12 600/11 500
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost jízdní soupravy (kg)	44 000/44 000

Zdroj: Vlastní zpracování

Parametry návěsu KRONE SD PROFI LINER, specifikace v rozsahu potřebném pro potřeby příspěvku viz Tab. 2.3:

Tab. 2.3 - Celkový pohled na jízdní soupravu, která byla použita pro měření brzdných parametrů

Značka a typ vozidla	KRONE SD PROFI LINER
Druh vozidla	nákladní návěs valník
Rok výroby/uvedení do provozu	2015
Počet najetých kilometrů	627707 km
Počet náprav (z toho poháněných)	3 -0
Zvedací náprava (počet/specifikace)	1, první
Specifikace brzdového systému	EBS (elektronický brzdový systém)
Výrobce, typ	WABCO, TEBS E
Konfigurace	4S/2M
Rozvor (mm)	T 6 170/1 310/1 310
Provozní hmotnost (kg)	6 200
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost (kg)	39 000/36 000
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu (kg)	T 12 000, 9 000/8 000, 9 000/8 000, 9 000/8 000

Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. 2.10 - Tahač s návěsem

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro potřeby měření brzdných parametrů jízdní soupravy byla vykonána prohlídka technického stavu tahače a návěsu. Vozidla byla prohlídána samostatně, ale vzhledem k účelu prohlídky bylo posuzováno také vzájemné propojení mezi tažným a přípojným vozidlem, a to jak mechanické, tak komunikační

.

### 2.7.2 Použité metody při prohlídce

- vizuální prohlídka,
- diagnostika multiznačkovým diagnostickým systémem BOSCH KTS TRUCK, generovány diagnostické protokoly pro tahač a návěs.

### Výsledek prohlídky:

Tažné a přípojně vozidlo je ve vyhovujícím technickém stavu, technická kontrola platná.

### **Zatížení jízdní soupravy:**

Pro potřeby měření byl návěs zatížen nákladem o hmotnosti 15 000 kg, náklad rovnoměrně rozložen.

### **Místo měření:**

Silnice č. 303, úsek Náchod – Hronov

Areál CDS Náchod, Broumovská 349

Podmínky: slunečno, teplota cca 20 až 25° C.

Komunikace: silnice č. 303, úsek Náchod – Hronov: živičný povrch (asfalt), suchý

### **2.7.3 Použité metody měření**

Pro měření zpomalení jízdní soupravy bylo použito záznamové zařízení ÚSI RIO.

#### Popis záznamového zařízení ÚSI RIO:

Zařízení ÚSI RIO je sestaveno s využitím primárních komponent od firmy National Instruments™, které je schopno zaznamenávat data současně z 32 digitálních nebo analogových kanálů najednou při volitelné frekvenci záznamu dat, při měřeních bylo užito vzorkovací frekvence 50 kHz.

K zařízení je možné připojit požadovaný počet snímačů. Ovládání zařízení je možné nejen pomocí PC přes vzdálenou plochu, ale také přímo pomocí ovládacího panelu na čelní straně zařízení.

Pro měření zpomalení jízdní soupravy byly použity tyto snímače:

#### Návěs:

1 x GYRO L, 1 x DYT L – snímač stáčivé rychlosti a zrychlení umístěny na příčném nosníku rámu přibližně ve středu návěsu

### Tahač:

1x PCB – akcelerační snímač umístěn na rámu tahače, přibližně ve středu

1 x GYRO L, 1 x DYT L – akcelerační snímače umístěny v kabině řidiče, přibližně ve středu

1 x TAPE SW – snímač kontinuálního pohybu brzdového pedálu

Záznamové zařízení ÚSI RIO bylo umístěno v kabině tahače, pod sedadlem spolujezdce.

#### **2.7.4 Použité snímače**

PCB Piezotronic – tříosý akcelerometr s rozsahem 50 g

Dytran - tříosý akcelerometr s rozsahem 50 g

Analog Devices™ ADXRS 620 – snímač stáčivé rychlosti a zrychlení s rozsahem 300°/s

Analog Devices™ ADXRS 624 – snímač stáčivé rychlosti a zrychlení s rozsahem 50°/s

Na Obr. 2.11 je zobrazeno záznamové zařízení ÚSI RIO. Na obr. 2.12 je zobrazení umístění snímačů na jízdní soupravě. Na obr. 2.13 je zobrazení jednotlivých snímačů a jejich umístění na jízdní soupravě.



Obr. 2.11 - Záznamové zařízení ÚSI RIO

Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. 2.12 - Umístění snímačů na jízdní soupravě

Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. 2.13 - Zobrazení snímačů a jejich umístění na jízdní soupravě

Zdroj: Vlastní zpracování

### 2.7.5 Postup měření

Měření bylo provedeno ve čtyřech sadách po osmi měřeních. Toto rozdělení bylo z důvodu technických možností záznamového zařízení. Popis jednotlivých sad měření:

#### Sada č.1:

Počet měření: 8

Stav jízdní soupravy: bez závad

Brzdění z počáteční rychlosti: 60 až 85 km/h.

#### Sada č.2:

Počet měření: 8

Stav jízdní soupravy: bez závad

Brzdění z počáteční rychlosti: 70 až 85 km/h.

### Sada č.3:

Počet měření: 8

Stav jízdní soupravy: vypojený kabel ISO 7638

Brzdění z počáteční rychlosti: 60 až 85 km/h.

### Sada č.4:

Počet měření: 8

Stav jízdní soupravy: vypojená přívodní vzduchová hadice k levému brzdovému válci 1. nápravy návěsu.

Brzdění z počáteční rychlosti: 70 až 85 km/h.

### Naměřené výsledky:

V rámci měření brzdění jízdní soupravy v režimech, které jsou popsány v předchozí části příspěvku byly měřeny tyto parametry:

- podélné zpomalení tahače (m/ss),
- podélné zpomalení návěsu (m/ss)

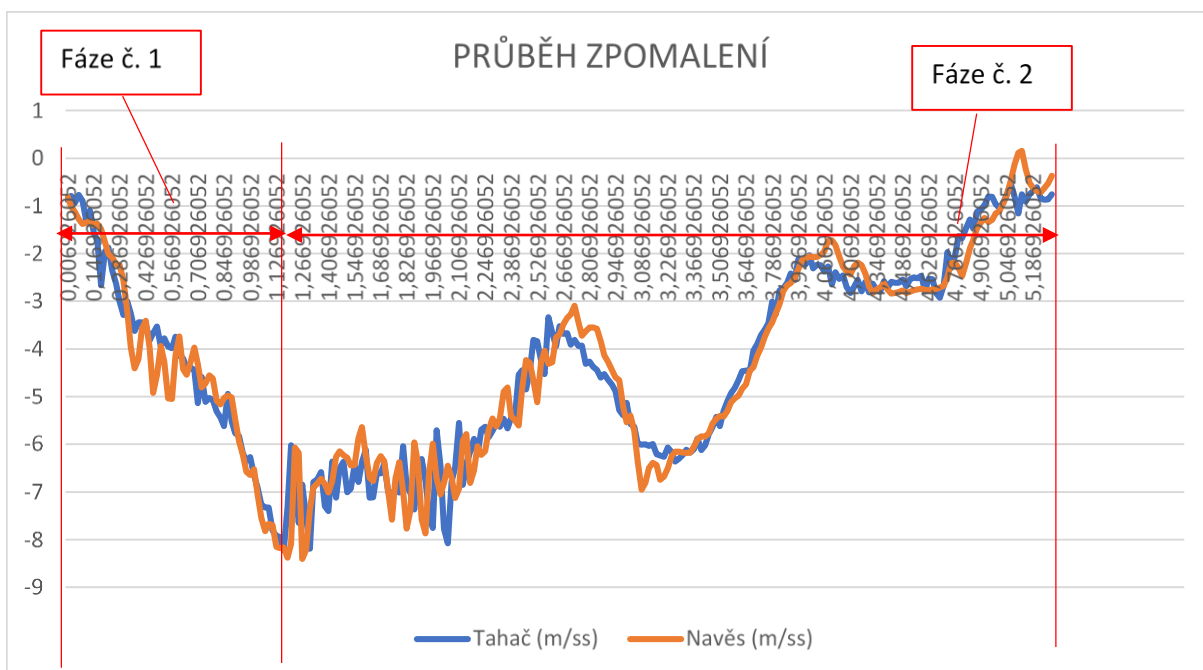
### **Průběh zpomalení:**

Z grafických výstupů průběhu podélného zpomalení tahače a návěsu bylo zjištěno, že tento průběh byl u všech provedených měření srovnatelný. Charakteristický průběh zpomalení je zobrazen viz Graf 2.5. Osa X znázorňuje časové impulzy v sekundách, osa Y znázorňuje zpomalení v metrech na sekundu na druhou. Tento průběh zpomalení lze rozdělit na dvě fáze:

**Fáze č. 1 – náběh brzdného účinku.** Začátek této fáze je stanoven do doby, kdy bylo zaznamenáno měření zpomalení. U všech měření, která byla vyhodnocována, došlo na začátku této fáze k prodlevě brzdného účinku. V této časové sekvenci ještě nedochází k přímému vyvození brzdného účinku. Měřeno bylo zpomalení v rozsahu do 0,5 až 1,0 m/ss. K tomuto zpomalení došlo v důsledku toho, že řidič již uvolnil plynový pedál a aktivoval brzdový pedál. Následně, po ukončení této fáze, dochází k náběhu brzdného účinku tahače a návěsu. Brzdový pedál je plně stlačený, tato fáze začíná po ukončení prodlevy brzdného účinku a končí v oblasti, kde je průběh plného zpomalení již stabilní.

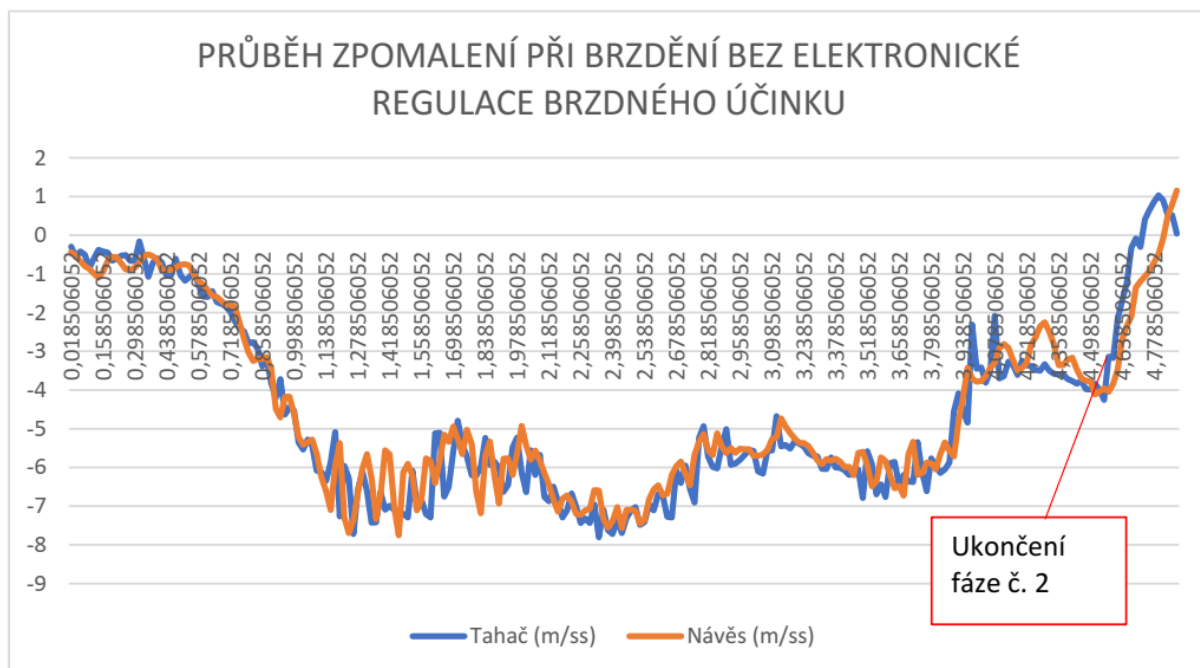


**Fáze č. 2 – plný brzdový účinek** – v této fázi dochází k plnému brzdění tahu a návěsu, začátek je v oblasti ukončení fáze č. 1. U všech měření, která jsou vyhodnocována, je viditelná fáze poměrně konstantního intenzivního zpomalení na mezi adheze. Tato část fáze plného brzdového účinku bude dále zpracována a její průměrná hodnota bude vyhodnocena jako hodnota zpomalení jízdní soupravy, kterou lze následně použít ve znalecké praxi. V dalším průběhu brzdění v této fázi dochází následně k postupnému snižování hodnot zpomalení až do úplného zastavení jízdní soupravy. Brzdový pedál je v průběhu celé fáze č. 2, plně stlačený. Regulace brzdového účinku, které vnějším projevem je postupné snižování hodnoty zpomalení, je prováděna elektronickou řídicí jednotkou tažného vozidla EBS a přípojného vozidla TEBS, které na základě brzdového požadavku, průběhu snižování rychlosti a zohlednění dalších parametrů souvisejících se zatížením a technickým stavem mechanických komponent brzdového systému regulují průběh zbrzdění jízdní soupravy jako celku. Cílem této regulace je také zajištění stability jízdní soupravy při brzdění. Při měření zpomalení jízdní soupravy v případě simulace závady elektronické regulace brzdového účinku návěsu bylo brzdění návěsu regulováno pouze pneumaticky. U těchto měření bylo zjištěno, že průběh zpomalení v oblasti ukončení této fáze brzdění není tak plynulý, ale dochází k výraznějším, skokovým změnám zpomalení. Charakteristický průběh konečné části brzdění ve fázi č. 2 v případě, že brzdění návěsu není regulováno elektronicky, ale pouze v pneumatickém režimu, je vyznačen viz Graf 2.6.



Graf 2.5 - Průběh zpomalení - popis fází 1 a 2, měření bez závady

Zdroj: Vlastní zpracování



Graf 2.6 - Průběh ukončení fáze č. 2, brzdění bez elektronické regulace brzdného účinku

Zdroj: Vlastní zpracování

## 2.7.6 Vyhodnocení výsledků

Fáze č. 1 – Náběh brzdného účinku:

Tab. 2.4 - Průměrné hodnoty náběhu brzdného účinku u jednotlivých sad měření

Měření	Náběh brzdného účinku (s)
Sada měření 1 a 2 bez závady	0,84
Sada měření 3 bez kabelu ABS	0,76
Sada měření 4 mechanická závada	0,85

Zdroj: Vlastní zpracování

Průměrné hodnoty náběhu brzdného účinku u jednotlivých sad měření se pohybují v rozmezí 0,76 až 0,85 s. Z naměřených hodnot vyplývá závěr, že náběh brzdného účinku při odpojení kabelu ISO 7638 (sada měření 3) je o 0,07 až 0,08 s kratší, než když je tento kabel zapojený (sada měření 1, 2 a 4). Simulovaná závada (sada 4) neovlivňuje fázi náběhu brzdného účinku. Kratší dobu náběhu brzdného účinku v případě, že není zapojený kabel ISO 7638 lze odůvodnit pouze pneumatickou regulací brzdného účinku, kdy nejsou aktivní tyto režimy:

- elektronická regulace brzdného účinku přípojného vozidla v závislosti na zatížení,
- elektronická regulace vzájemného sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla.

Znamená to, že náběh brzdného účinku je realizován pouze v pneumatickém režimu, bez možnosti elektronické regulace. Nedochozí k elektronické regulaci sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla a také k regulaci brzdného účinku návěsu v závislosti na zatížení. Brzdění návěsu tedy probíhá pouze pneumatickou regulací v závislosti na stlačení brzdového pedálu a brzdný účinek odpovídá plně zatíženému návěsu. Není také aktivní protiblokovací systém ABS návěsu a systém ochrany proti převrácení stabilizační systém RSS návěsu. V případě brzdění na povrchu s nižší adhezí může v důsledku této regulace brzdného účinku docházet k negativnímu ovlivnění říditelnosti a stability jízdní soupravy.

I když lze očekávat, že při elektronické regulaci brzdného účinku budou náběhy brzdného účinku kratší, je výše uvedený závěr odůvodněný výslednými parametry, které elektronická regulace brzdného účinku zabezpečuje. Rozdíl mezi pneumatickou a elektronickou regulací brzdného účinku přípojného vozidla je do 0,1 s, což je hodnota poměrně nízká. Naproti tomu je ale zabezpečena stabilita jízdní soupravy jako celku, což se pozitivně projevuje při kolizních situacích a také při brzdění na povrchu se sníženou adhezí.

## Fáze č. 2 – plný brzdný účinek:

Tab. 2.5 - Průměrné hodnoty plného brzděného účinku u jednotlivých sad měření

Měření	Podélné zpomalení tahač (m/ss)	Podélné zpomalení návěs (m/ss)
Sada měření 1 a 2 bez závady	6,56	6,59
Sada měření 3 bez kabelu ABS	6,32	6,25
Sada měření 4 mechanická závady	6,1	6,15

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro výpočet průměrných hodnot zpomalení byly použity hodnoty z časové sekvence konstantního průběhu zpomalení v této fázi brzdění.

## Shrnutí a porovnání

Průměrné hodnoty zpomalení se u jednotlivých sad měření pohybují v rozmezí od 6,1 do 6,59 m/ss. Z výsledků měření je viditelné, že nejvyšší hodnoty podélného zpomalení jízdní soupravy byly dosaženy u sady měření 1 a 2, což byla jízdní souprava ve vyhovujícím technickém stavu, bez simulované závady a s propojením tažného a přípojného vozidla kabelem ISO 7638. V tomto stavu je aktivní elektronická regulace sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla a také elektronická regulace brzdného účinku návěsu v závislosti na zatížení. Aktivní je také systém ABS přípojného vozidla a jeho systém proti převrácení RSS. Rozdíl hodnot zpomalení u tahače a návěsu vůči sadě měření 3 (0,24 m/ss a 0,34 m/ss) lze vysvětlit aktivní elektronickou regulací brzdného procesu jízdní soupravy jako celku. V případě sady měření 4, kdy byla

simulována závada brzdového systému přípojného vozidla je viditelná nižší průměrná hodnota zpomalení. Tato hodnota ale není výrazná. Vůči měření soupravy ve vyhovujícím technické stavu se jedná o hodnoty nižší o 0,46 m/ss v případě tahače a o 0,44 m/ss u návěsu. Nižší hodnota průměrného zpomalení je ovlivněna tím, že nebyl funkční jeden z brzdových třmenů návěsu. Skutečnost, že rozdíl hodnot zpomalení mezi vyhovujícím technickým stavem brzdových systému tahače a návěsu a simulovanou závadou není výrazný, je ovlivněno těmito faktory:

- aktivní elektronickou regulací vzájemného sladění brzdného účinku tažného a přípojného vozidla tak, aby byla zabezpečena stabilita jízdní soupravy při brzdění (tedy nedošlo k „zalomení“ jízdní soupravy). V případě realizovaného měření elektronická řídicí jednotka brzdového systému EBS tažného vozidla prováděla kompenzaci brzdného požadavku přes propojení ISO 7638 – (konektory 6 a 7) a také prostřednictvím pneumatické regulace přes ovládací větev,
- simulací závady pouze jedné jednotky kolové brzdy, elektronická řídicí jednotka brzdového systému tažného vozidla byly schopna regulovat kompenzační parametry.

### 2.7.7 Závěr měření

Výsledky měření zpomalení jízdní soupravy v jednotlivých režimech korespondují s očekávanými závěry. Je viditelný vliv elektronické regulace, která optimalizuje brzdný účinek tažného a přípojného vozidla separovaně, a také jízdní soupravy jako celku, kdy brzdění zohledňuje technický stav a konfiguraci vozidel a také adhezní podmínky. V praxi se lze ale poměrně často setkat s názorem, že v případě pouze pneumatické regulace brzdného účinku buď tažného, nebo přípojného vozidla, nebo jízdní soupravy jako celku dochází k intenzivnějšímu brzdění v porovnání s elektronickou regulací. Na základě analýzy výsledků ale vyplývá závěr, že tomu tak není. Toto tvrzení, nebo názor je možné odůvodnit subjektivními pocity řidiče, nebo posádky vozidla, kdy při pneumatické regulaci dochází k rázům, nebo „tažení“, případně „tlačení“ tažného vozidla přípojným vozidlem, což evokuje subjektivní pocit intenzivního brzdění. Toto potvrdil také autor, řidič jízdní soupravy v případě analyzovaného měření, že při brzdění s vypojeným kabelem ISO 7638, kdy nebylo brzdění návěsu regulováno elektronicky, byli rázy v řízení a musel se korigovat směr jízdy. V případě elektronické regulace brzdění, a to i v případě odpojení brzdového válce návěsu, nebylo potřebné

korigovat řízení vozidla. Z výsledků měření vyplývá, že nejlepší hodnoty zpomalení byly dosaženy při elektronické regulaci brzdného účinku tahače a návěsu. V tomto režimu je zabezpečena také stabilita jízdní soupravy při brzdění. Jako nejvíce rizikové lze vyhodnotit brzdění bez připojení kabelu ISO 7638. V tomto režimu není aktivní ABS návěsu a stabilizační systém návěsu.

## **3 Zpracování návrhu na snížení poruchovosti elektronického brzdového systému**

### **3.1 Návrh na vzdělávání**

Při návrzích pro zlepšení spolehlivosti jak autor zmínil nutné školení personálu, kterých se týkají opravy vozidel. Pokud ve středním školství chybí výuka elektronických systémů nákladních a přípojných vozidel je nutné, aby servisy sami zajišťovali tato školení.

Návrh autora spočívá a v praxi i navrhnul užší propojení mezi školícími centry a servisem. Jsou dva typy servisů, kde značkový servis má úzké propojení se školením mechaniků a neznačkové servisy, kterým nikdo nenařizuje potřebná školení. Proto je výchozím bodem získání autorizace s příslušným výrobcem brzd, nebo výrobcem elektronických brzdových systémů vozidel. Poté se stává servis partnerem výrobce těchto systémů a má možnost přístupu k pravidelným školením, pokud servis pravidelně investuje do těchto školení.

Autor nastavil spolupráci s několika servisními partnery a nastavil systém školení, které absolvuje každý mechanik servisu. Rozsah školení potřebný k opravám elektronických brzdových systémů se u přípojných vozidel pohybuje cca 10 dní, což reprezentuje 65 vyučovacích hodin. Dále je nutné si uvědomit, i zajistit školení pro mechanické části brzd, což reprezentuje 8 – 16 hodin výuky. Další výhodou partnerství je využívání on-line školení poskytované partnery v průběhu roku.

Nelze opomenout i školení motorových vozidel, kde časová náročnost je cca 32 vyučovacích hodin. Výše uvedená školení se provádí u výrobců brzdových systémů, což má za výhodu kvalitního výukového zázemí. Výhodou těchto školení je specializace na přesně daný systém brzd. Proto autor před 3 lety navrhl další systém školení, kde využívá externí profesionální školitele, soudní znalce z oboru silničních vozidel, kteří školení provádí přímo v servisu společnosti. Výhodou těchto školení je individuální přístup, školení na míru, použití vlastních přístrojů, diagnostik. Tato školení jsou rozdělena do dvou částí, kde první část je teoretická a druhá část praktická. Těchto školení autor využívá v případech, kde není servisním partnerem, ale i přes to potřebuje prohloubit znalosti mechaniků. Při těchto školeních je nutná i účast přejímacích techniků, pracovníků nákupů náhradních dílů.

Autor má pozitivní zkušenost s rozsahem sedmi dnů, tj. 56 učebních hodin.

### **3.2 Návrh na studijní podklad**

Studijní materiály, které nám poskytují servisní partneři je v rozsahu pro elektronické brzdové systémy přípojných vozidel 300 až 500 stran. U individuálního školení je školící materiál cca 200 stran.

Návrh autora je vytvořit podrobný manuál pro mechaniky, který by obsahovat:

- základní funkce brzdového systému,
- schéma brzdového systému,
- zobrazení, popis, funkce komponentů,
- pokyny k instalaci,
- pokyny k obsluze,
- předepsané přípravky a servisní nářadí,
- a další hodnoty (tlak, volty, utahovací momenty) potřebné ke správné funkci brzdového systému,
- objednáací čísla náhradních dílů.

Tyto studijní materiály by měly sloužit nejen mechanikům, ale i přejímacím technikům, kteří musí mít technické znalosti na velmi vysoké úrovni z důvodu rozhodování o průběhu oprav, podat relevantní informace zákazníkům, zajistit co nejoptimálnější řešení oprav.

Bohužel všechny tyto znalosti by se měli učit žáci, kteří studují automobilní obory. Všechny tyto finanční náklady a časová zátěž se školeními a dalším vzděláváním padají na bedra servisů.

### **3.3 Návrh na eliminaci mechanické poruchy – únik vzduchu**

Při poruchách vzduchového brzdového systému je nutné dbát, aby při prohlídkách byla kontrolována vzduchová potrubí a při opravách byly používány náhradní díly např. opravné sady rychlospojek, šroubení, které doporučuje výrobce.



Dále je nutné při opravách na vzduchovém brzdovém systému, aby byly dodrženy technologické předpisy. V praxi byly zjištěny výměny plastových hadic, které neodpovídaly průměrům stanovených výrobcem vozidel.

Nekvalitní náhradní díly mohou vést nejen k úniku vzduchu, ale i k menšímu brzdnému účinku. Např. brzdové válce, pryžové měchy pérování.

### **3.4 Návrh na eliminaci elektronické poruchy – odpojení relé ventilu**

Návrh na eliminaci poruchy relé ventilu spočívá v kontrole čistoty pneumatické větvi – voda v systému – koroze ventilu, ale i v elektronické části – kabelová část.

Sůl a ostatní nežádoucí chemické látky mohou zapříčinit přerušení kabelového svazku a tím zapříčinit nefunkčnost ventilu.

Při prohlídkách je nutná kontrola poškození kabeláže – mechanické prodření, zkorodované elektrické vedení, zkorodované zásuvky ventilu, nebo kabeláže.

### **3.5 Návrh na eliminaci elektronické poruchy – odpojení kabelu ABS**

Při poruše kabeláže nejen propojovacího kabelu ABS je nutná kontrola kabelového svazku zásuvek jak u přípojného vozidla, tak i vozidla tažného.

Signál CAN tažné vozidlo předává přípojnému vozidlu. Zde je opět nutný proškolený personál, který zkontroluje obě vozidla, kabelové vedení i propojovací kabel ABS. I zde je nutné dávat pozor na originální díly. Velkou pozornost je potřeba věnovat opravám zásuvek ABS, nebo mechanickému poškození od řidičů, které mohou tyto zásuvky poškozovat při rozpojení a zapojení silniční soupravy.

## 4 Vyhodnocení

### 4.1 Vyhodnocení výstupů z měření

#### 4.1.1 Statické měření

Při posouzení spolehlivosti elektronického brzdového systému silničních vozidel bylo v praktické části diplomové práce využito statické měření tj. měření náběhu brzdného účinku se simulací závad, které mohou při provozu na pozemních komunikacích nastat nejen v elektronické části, ale i mechanické části.

Při měření náběhu číslo 1 byla ukázka, kdy v pneumatickém brzdovém vedení návěsu i elektronická brzdová část byly bez poruchy. Takto by měly fungovat všechna přípojná vozidla používaná v silničním provozu.

Při měření číslo 2 byla simulována mechanická porucha, která ovlivnila náběh brzdění jak v pneumatickém brzdovém vedení, tak v elektrickém brzdovém vedení. Tato simulace nám jasně dokázala, že při poruše v pneumatickém systému není elektronický systém brzd zcela v pořádku. Dokladem toho je naměřená hodnota 0,87 s a 1,10 s. Důvodem brzdové prodlevy v elektrické části je ovládání některých elektricky ovládaných ventilů pomocí vzduchu.

Při měření číslo 3 byla při simulaci elektrické poruchy nenaměřena žádná hodnota náběhu a pneumatické brzdové vedení dosáhlo doby náběhu 0,55 s.

Při měření číslo 4 byla simulace odpojeného propojeného kabelu ABS, kde tato porucha se může vyskytovat již na motorovém vozidle. Opět měření prokázalo nevyhovující stav v obou vedeních.

Návrh na snížení poruchovosti je v dodržování pravidelných kontrol použitých komponentů daných výrobců a to jak mechanických částí, tak i elektronické části. Je nutné dodržování pokynů výrobců vozidel o péči, údržbě.

#### 4.1.2 Dynamické měření

Při dynamických zkouškách měření s nefunkčním elektronickým systémem se při brzdění nezhoršila doba náběhu, ale byly nefunkční všechny elektronické systémy přípojného vozidla. Při jízdách zkouškách byl zahrnut celkový brzdný účinek, který

zahrnoval vnější vlivy jako povrch vozovky, adhezi, vlastnosti pneumatik. Dále v tomto měření byly zahrnuty vlivy setrvační – motoru, převodovky. Měření prokázalo nebezpečnost jízdy na pozemních komunikacích. Závada, která způsobí nefunkčnost elektronického brzdového systému, zapříčiní nefunkčnost stabilizačního systému. Vozidlo se stává velmi špatně ovladatelné a hrozí i zalomení jízdní soupravy. V tomto případě přípojné vozidlo brzdí bez ohledu na naložení jako plně naložené vozidlo. Takto poškozený systém způsobuje při brzdění blokaci všech kol, vozidlo je při každém brzdění ve smyku a tím vzniká kolizní situace. Je škoda, že tyto kolizní situace si nemohou již začínající řidiči testovat v autoškolách, nebo nejsou povinné jízdy při pravidelných školeních.

#### 4.1.3 Lidský faktor

V této analýze elektronických brzdových systémů si autor také ověřil možnost vzdělávání mechaniků. První zásadní problém shledává autor pracující v dopravní společnosti, která se zabývá i servisní činností nákladních vozidel a autobusů se vzděláváním nastupujících pracovníků z učňovského školství v oboru automechanik.

Autor je i členem zkušební komise pro závěrečné/maturitní zkoušky žáků v oborech Autoelektrikář (26-57-H/01), Autotronik (39-41-L/01) a Mechanik opravář motorových vozidel (23-68-H/01), kde se setkává s malou připraveností, znalostí vzduchových systémů brzd. Hlavním důvodem nízké odbornosti nových mechaniků spočívá nejen mého názoru v nízké technické vybavenosti středních škol, ale i nedostatku teoretické výuky.

Při analýze tohoto problému autor zjistil ve spolupráci s mistry odborných výcviků u druhých ročníků oboru Mechanik opravář motorových vozidel je v teoretické výuce přibližně 28 hodin, ve kterých musí žáci zvládnout 5 vozidlových částí, z nichž je 1 část brzd. To znamená, že v druhém ročníku se teorie brzd vyučuje necelých 6 hodin. Ve třetích ročnících se pohybuje teoretická výuka vozidel 30 hodin, kde na brzdový systém vychází opět přibližně 5 hodin. V odborném výcviku se na problematiku brzdových systémů vymezuje přibližně 11 vyučovacích dní, to znamená 66 hodin praxe. Nutno podotknout, že jak v teoretické i praktické výuce je v těchto hodinách výuka rozdělena od osobních vozidel až po nákladní vozidla. Studijní materiály jsou také nedostatečné, kdy autor po prostudování učebních materiálů pro obor Mechanik opravář motorových vozidel dohledal pouze jedenáct stránek z doporučených učebnic.

Dalším problémem, na který poukazují pracovníci ze středního školství, s nimiž autor spolupracuje, je ve většině těchto zařízení nulová nebo minimální vybavenost pro výuku vzduchových brzdových systémů nákladních, přípojných vozidel.

Dalším negativním jevem v této oblasti je nízká informovanost mistrů odborných výcviků, pedagogů v oblasti těchto typů brzdových systémů. V dnešní době je lidský faktor nejvíce omezujícím činitelem nejen v opravárenství, ale i v dopravě jako celku.

Nastupující generace automechaniků nemá potřebné znalosti k výkonu svého povolání, nemůže bez dalších potřebných školení opravovat a provádět zásahy do brzdových systémů do výše uvedených vozidel.

Starší generace opravářů těchto vozidel již nechce ve většině případů podstupovat finančně i časově náročná školení. Tím se možnost plnohodnotných mechaniků stává velmi omezeným počtem.

Zde autor vidí největší problém v celé problematice popsané v této diplomové práci. Návrh na snížení poruchovosti je zvýšení a zlepšení vzdělávání mechaniků, periodická školení. Zlepšení spolupráce mezi školskými zařízeními a zaměstnavateli. Zajištění praktické výuky učňů v daných oborech. Zajištění studijních materiálů pro mechaniky.

#### 4.1.4 Odpovědnost

Brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla ovlivňují nejen brzdění, ale i stabilitu jízdní soupravy.

Dalším problémem v servisní činnosti jsou odlišné servisní intervaly motorových vozidel a přípojných vozidel. V častých případech je sice dnešními výrobci nákladních vozidel prodlužován servisní interval, ale ten není sladěn s výrobcem přípojného vozidla. V těchto případech dochází k tomu, že oprava brzdového systému je provedena pouze na motorovém vozidle, ale není již dále zaměřena na vozidlo přípojně, nebo naopak. Tím je narušena spolehlivost jízdní soupravy jako celku. V tomto případě hrají i svou roli majitelé těchto vozidel.

Další případy, které vedou ke snížení spolehlivosti elektronických brzdových systémů je provádění diagnostických úkonů, které vedou ke změně parametrů vozidel. Některé servisy mohou disponovat s multiznačkovými diagnostikami, které mohou měnit nastavené parametry elektronického brzdového systému přípojného vozidla. Opět zde

zaostává legislativa, která umožňuje nákup těchto přístrojů s tím, že manipulace bude možná pouze pro vyškolený personál a se schválením výrobce brzdového systému. V praxi to znamená, že při zakoupení této diagnostiky může dojít a dochází vědomě i nevědomě pracovníkem servisu ke změnám nastavených parametrů. Bohužel některé tyto změny nejsou odhaleny ani při provádění pravidelných technických prohlídek. O to více je důležitá technická vyspělost mechaniků opravujících tyto vozidla.

Při opravách elektronického brzdového systému hlavně u motorových vozidel je nutné si uvědomit, že elektronické brzdové systémy využívají signály z klikového a vačkového hřídele, otáčky převodovky, signálu tachografu. Ze správnosti těchto signálů čerpají i stabilizační systémy vozidel. Z toho důvodu je nutný proškolený personál.

Dalším důležitým aspektem, který musí být dodržen pro spolehlivost brzdových systémů, jsou nezbytně nutné kvalitní náhradní díly. I zde se vyskytují nekvalitní a neschválené náhradní díly, které se používají na nákladních vozidlech. To může mít za následek např. prodloužení brzdového náběhu, poškození třecích brzdových ploch, menší účinnost brzdového systému a tím snížení bezpečnosti. Zde je nutná technická vyspělost personálu servisu nejenom mechaniků, ale i mistrů servisů, nákupčích náhradních dílů. Proto, aby nebyly používány nekvalitní náhradní díly.

Důležitost a profesionalita servisů spočívá v dodržování technologických postupů při opravách, dodržování instrukcí výrobce a používání nářadí doporučené výrobcem.

V této části je návrh na snížení poruchovosti spočívá v používání pokud možno originálních dílů, používání předepsaného nářadí.

## **4.2 Vyhodnocení návrhů**

### **4.2.1 Vyhodnocení přínosu návrhu z hlediska bezpečnosti a provozu**

Tato diplomová práce vychází z měření, sledování poruch, ze zaměření práce servisů několik let. Pro vyhodnocení návrhu jsou zásadní již zmiňovaná doporučení, která spočívají ve zlepšení spolupráce všech zainteresovaných složek. Provozovatel by měl provozovat dopravní techniku, která splňuje legislativní požadavky. Dále využít všech moderních technických prostředků jako telematiku pro sledování jízdních dat, sledování tlaku v pneumatikách atd. Měl by zajistit pravidelné prohlídky i nad rámec doporučení výrobců a to zkrácením servisních intervalů.

Hlavním návrhem ke zvýšení bezpečnosti je práce servisů. Základním úkolem servisu je zajistit potřebná školení, aby opravy byly prováděny sofistikovaně. Zákazníkům nabídnout pomoc při vyhodnocování jízdních dat a dávat návrhy provozovatelům vozidel.

Autor měl možnost uvedené návrhy v této diplomové práci aplikovat ve společnosti, ve které pracuje. Tato společnost disponuje 50 - ti jízdními soupravami. V roce 2015 byla náhlá poruchovost brzdových systémů, která způsobila některá z výše uvedených poruch u 33 případů. V roce 2016 byla náhlá poruchovost u 35 - ti případů. V roce 2017 byla náhlá poruchovost u 31 případů. V roce 2017 autor aplikoval výše uvedené návrhy. V roce 2018 byla náhlá poruchovost brzdových systémů u 16 - ti případů. V roce 2019 byla náhlá poruchovost u 14 - ti případů.

Dopravní společnost uvítala snížení poruchovosti z důvodů:

- snížení nákladů, které spočívaly ve výjezdech na opravy vozidel na trase a snížení nákladů v externích servisech v zahraničí,
- ve zvýšení přepravních výkonů vozidel,
- zvýšení konkurence schopnosti dopravní společnosti,
- zvýšení bezpečnosti silničních vozidel.

## Závěr

Cílem této diplomové práce je analyzovat spolehlivost a zpracovat návrh na snížení jeho poruchovosti.

První teoretická část popisuje historii brzdových systémů, označuje základní rozdělení brzd. Dále jsou charakterizovány elektronické brzdové systémy, zobrazení a popis jednotlivých komponentů používaných u nákladních motorových a přípojných vozidel.

Ve druhé teoretické části je popsán systém údržby vozidel, druhy údržeb a jsou představeny zkoušky spolehlivosti, povinnosti výrobců vozidel, brzdové výpočty, povinnosti provozovatelů a v neposlední řadě i spolehlivost člověka. V této části diplomové práce jsou uvedeny detailní popisy brzdových komponentů u přípojných vozidel a je zde uvedena praktická statická zkouška brzdového náběhu a závady na brzdovém systému u přípojných vozidel.

Třetí praktická část je zaměřena na dynamickou zkoušku jízdní soupravy, při které je popis brzdového účinku bez poruchy i s poruchami na elektronickém brzdovém systému.

Poslední část byla zhodnocením statického měření, dynamického měření, byly zde uvedeny příklady důležitosti lidského faktoru a odpovědnosti, které vyplývají ze silniční dopravy.

Tato diplomová práce je zaměřena více na technickou část, než na logistický systém. Žádný logistický systém, ale nemůže správně fungovat bez technického zabezpečení dopravní techniky. Důvodem vytvoření této diplomové práce je celoživotní zaměření autora, který se v logistickém systému zabývá dopravní technikou.

Přínosem této práce autor spatřuje v popisu problému bezpečnosti, spolehlivosti elektronických brzdových systémů, který klade důraz na lidský faktor a v důležitosti vzdělávání, na kterém se autor podílí, v součinnosti zainteresovaných složek, které obsluhují mobilní část v logistickém systému v dopravní společnosti.

## Seznam zdrojů

- [1] FAMFULÍK, Jan. *Teorie údržby*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1029-8.
- [2] GROS, Ivan a kolektiv. *Velká kniha LOGISTIKY*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [3] Automonti, *Brzdy brzdový systém automobilu* [online]. Dostupné z: <http://www.automonti.cz/automoni-sluzby-autoservisu-oprava-brzd/>
- [4] Autorevue[online]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/vyvoj-automobilovych-brzd-od-dreveneho-spalku-po-hy-tech-kotouce>.
- [5] Greg Monforton and partners – *Brake systems evolution: A history*. [online]. Dostupné z: <https://www.gregmonforton.com/windsor/car-accident-lawyer/car-safety-evolution/evolution-brake-systems.html>
- [6] *EBS Brake Evolution* [online]. Dostupné z: <http://www.ebs.co.uk/history-of-air-braking.aspx>
- [7] KNORR-BREMSE, *TRUCK EBS*, školící dokumentace, Germany, 2004.
- [8] Publikace Wabco, *Systémy a součásti užitkových vozidel*. Wabco 2005, vision 002/09.01.
- [9] Wabco, *EBS E – Ellectronically Controlled Brake System – TRAILER*, školící dokumentace, Germany, 2010.
- [10] Publikace Wabco, *TEBS E. Elektronický brzdový systém pro přípojná vozidla verze E0 až E5*, Wabco 2016. Europe BVBA – 815 150 093 3/12/2016.
- [11] SUROVEC, Pavel. *Provoz a ekonomika silniční dopravy I*. Vysoká škola báňská-technická univerzita Ostrava. Ostrava: 2001. ISBN 80-7078-735-X.
- [12] TESAŘ, Miroslav. *Provoz, údržba a opravy silničních vozidel*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012. ISBN 978-80-248-3278-4.
- [13] STODOLA, Jiří. *Provoz, údržba a opravy vozidel I*. Pardubice: Univerzita Pardubice Doprvní fakulta Jana Pernera. 2009. ISBN 978-80-7395-103-0.
- [14] [online]. Dostupné z: <http://www.mesec.cz/zakony/zakon-o-podminkach-provozu-vozidel>
- [15] SUROVEC, Pavel. *Provoz a ekonomika silniční dopravy II*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. 2004. ISBN 80-248-0710-6.
- [16] [online]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1935>



- [17] Odborná publikace norma EHK 13. *Předpis č. 13. Dohoda o přijetí jednotných technických pravidel pro kolová vozidla, zařízení a části, jednotná ustanovení pro schválení těžkých vozidel z hlediska brzdění.*
- [18] [online]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-systém/>
- [19] Publikace Wabco interní materiál. *Součásti vzduchových brzdových soustav pro přípojná vozidla.*
- [20] [online]. Dostupné z: [www.motofocus.cz/technika/26453,jak-a-proc-diagnostikovat-datovou-sbernici-can-bus](http://www.motofocus.cz/technika/26453,jak-a-proc-diagnostikovat-datovou-sbernici-can-bus)
- [21] BPW – Bergische patent achsen fabrik Wiehl, *Dílenská příručka SH, SKH.*

# Seznam grafických objektů

## Seznam obrázků

Obr. 1.1 – Dřevěná špalíková brzda .....	10
Obr. 1.2 - Funkční schéma elektronického brzdového systému vozidla.....	13
Obr. 1.3 - Schéma elektronického brzdového systému přípojného vozidla.....	19
Obr. 1.4 - Dělení údržby.....	22
Obr. 1.5 - Systémový štítek.....	34
Obr. 2.1 - Měřicí zařízení Wabco CTU pro měření brzdového náběhu přípojného vozidla....	50
Obr. 2.2 - Měřicí zařízení Wabco CTU pro měření brzdového náběhu přípojného vozidla....	50
Obr. 2.3 - Příslušenství k měřicímu zařízení CTU .....	51
Obr. 2.4 - Připojení snímače CTU k brzdovému válci.....	51
Obr. 2.5 - Detail připojení snímače CTU k brzdovému válci .....	52
Obr. 2.6 - Podvozek přípojného vozidla .....	52
Obr. 2.7 - Nefunkční brzdový třmen .....	64
Obr. 2.8 a 2.9 - Poškozený náboj nápravy .....	64
Obr. 2.10 - Tahač s návěsem .....	67
Obr. 2.11 - Záznamové zařízení ÚSI RIO.....	70
Obr. 2.12 - Umístění snímačů na jízdní soupravě .....	70
Obr. 2.13 - Zobrazení snímačů a jejich umístění na jízdní soupravě .....	71

## Seznam tabulek

Tab. 1.1 - Časové pojmy vztahující se k údržbě .....	21
Tab. 1.2 - Parametry přípojného vozidla pro brzdový výpočet.....	32
Tab. 1.3 - Parametry přívěsu EBS .....	33
Tab. 2.1 - Vysvětlení grafu Wabco, protokol pro měření náběhu.....	54
Tab. 2.2 – Zpracování parametrů vozidla.....	65
Tab. 2.3 - Celkový pohled na jízdní soupravu, která byla použita pro měření brzdových parametrů.....	66
Tab. 2.4 - Průměrné hodnoty náběhu brzdného účinku u jednotlivých sad měření.....	75
Tab. 2.5 - Průměrné hodnoty plného brzděného účinku u jednotlivých sad měření.....	76

## Seznam grafů

Graf 2.1– Měření č. 1 náběhu bez poruchy .....	55
Graf 2.2 - Měření č. 2 náběhu s poruchou.....	57
Graf 2.3 – Měření č. 3 náběhu s poruchou .....	58
Graf 2.4 – Měření č. 4 náběhu s poruchou .....	60
Graf 2.5 - Průběh zpomalení - popis fází 1 a 2, měření bez závady.....	74
Graf 2.6 - Průběh ukončení fáze č. 2, brzdění bez elektronické regulace brzdného účinku ....	74

## Seznam zkratek

ABS	protiblokovací brzdový systém
EBS	elektronický brzdový systém
TEBS	elektronická brzdová soustava pro přípojná vozidla
ECU	elektronická řídicí jednotka
EHK	Evropská hospodářská komise
CAN	sériový sběrníkový systém k síťovému propojení řídicích jednotek v automobilech
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizace
tj.	to je
PWM	druh modulace, při které se některá fyzikální veličina mění mezi dvěma hodnotami
ASR	systém regulace prokluzu kol
PREV	bezpečnostní ventil uvolnění parkovací brzdy
PEM	pneumatický rozšiřovací modul
např.	například
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
VIN	identifikační číslo vozidla
GIO	programovatelný vstup/výstup
in/out	do/ven
aj.	a jiné
LIN	specifikace pro sériový komunikační systém
EU	Evropská unie
apod.	a podobně
tzv.	tak zvaný
EHK 13	Evropská hospodářská komise, jednotná ustanovení pro schválení těžkých vozidel z hlediska brzdění

s	sekunda
m	metr
mm	milimetr
cm <sup>3</sup>	centimetr krychlový
kPa	kilopascal
kbit/s	kilobit/sekundu
RSS	regulace jízdní stability
atd.	atakďále
kHz	kilohertz
obr.	obrázek
g	gram
°/s	stupně za sekundu
km/h	kilometr za hodinu
m/ss	metr za sekundu na druhou

## **Seznam příloh**

Příloha A      Soupis neveřejných zdrojů

## **Příloha A**

### **Soupis neveřejných zdrojů**

- [7] KNORR-BREMSE, *TRUCK EBS*, školící dokumentace, Germany, 2004.
- [8] Publikace Wabco, *Systémy a součásti užitkových vozidel*. Wabco 2005, vision 002/09.01.
- [9] Wabco, *EBS E – Electronically Controlled Brake System – TRAILER*, školící dokumentace, Germany, 2010.
- [10] Publikace Wabco, *TEBS E. Elektronický brzdový systém pro přípojná vozidla verze E0 až E5*, Wabco 2016. Europe BVBA – 815 150 093 3/12/2016.
- [19] Publikace Wabco interní materiál. Součásti vzduchových brzdových soustav pro přípojná vozidla.
- [21] BPW – Bergische patent achsen fabrik Wiehl, *Dílenská příručka SH, SKH*.

<b>Autor</b>	Bc. Jan Petřek, MBA
<b>Název DP</b>	Posouzení spolehlivosti elektronického brzdového systému silničních vozidel
<b>Studijní obor</b>	LOG
<b>Rok obhajoby DP</b>	2020
<b>Počet stran</b>	87
<b>Počet příloh</b>	1
<b>Vedoucí DP</b>	Ing. Michal Turek, Ph.D.
<b>Oponent DP</b>	
<b>Anotace DP</b>	<p>Cílem této diplomové práce je analyzovat spolehlivost elektronického brzdového systému a zpracovat návrh na snížení jeho poruchovosti.</p> <p>V teoretické části bude popsán elektronický brzdový systém přípojných vozidel, jeho části, měření brzdového systému.</p> <p>V praktické části bude popsán konkrétní případ nevyhovujících stavů nákladního přípojného vozidla.</p> <p>Hlavní přínos práce spočívá a vede ke zlepšení technického stavu a zvýšení bezpečnosti u přípojných nákladních vozidel.</p>
<b>Klíčová slova</b>	nákladní silniční vozidlo, brzdový systém, poruchovost, spolehlivost
<b>Místo uložení</b>	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
<b>Signatura</b>	