

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Tomáš Hlaváček

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Vliv technického stavu brzdové soustavy na provoz silničních vozidel

Tomáš Hlaváček

Bakalářská práce

2013

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Hlaváček**
Osobní číslo: **D09923**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Provozní spolehlivost dopravních prostředků a infrastruktury:
Ochrana životního prostředí v dopravě**
Název tématu: **Vliv technického stavu brzdové soustavy na provoz silničních
vozidel.**
Zadávací katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Brzdové ústrojí - současný stav
2. Možnosti opotřebení brzdové soustavy
3. Vliv nestandardního stavu brzdového ústrojí na provoz vozidla
4. Vyhodnocení měření

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

VLK, F. Podvozky motorových vozidel : pneumatiky a kola, zavěšení kol, nápravy, odpružení, řídicí ústrojí, brzdové systémy. Brno : Nakladatelství a vydavatelství Vlk 2006.

VLK, F. Zkoušení a diagnostika motorových vozidel : výkon vozidla, brzdné vlastnosti, převodová ústrojí, řízení, geometrie kol, tlumiče a pružiny, říditelnost a ovladatelnost, životní zkoušky, motor, zapalování, elektronické systémy. Brno : Nakladatelství a vydavatelství Vlk 2001.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Jilek, DiS.

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **24. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2012**

prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.

doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 24. února 2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 3. 11. 2013

Tomáš Hlaváček

Poděkování

Dovoluji si tímto poděkovat panu Ing. Petru Jilkovi, DiS. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi během zpracování této bakalářské práce ochotně poskytoval.

ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na hodnocení technického stavu brzdového ústrojí, především brzdy provozní. V teoretické části práce je ve stručnosti popsáno rozdělení brzd, možné opotřebení částí brzdové soustavy a jaký vliv má tento stav na provoz vozidla. V části praktické je vlastní měření s následným vyhodnocením, doplněné o statistiku nehodovosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

brzdy, opotřebení, stanice technické kontroly, válcová zkušebna pomaloběžná, měření souměrnosti brzd, nehodovost

TITLE

The impact of the brake system condition on the road vehicle operation

ANNOTATION

This bachelor paper aims at the technical condition of a brake system, specifically of a service brake. Theoretical part of the thesis briefly describes the division of brakes, possible wear of the brake system's components and the influence of its condition on the vehicle operation. Practical part includes actual measurement and consequent assessment, concluded by the accident rate statistics.

KEYWORDS

brakes, wear, technical inspection station, low-speed brake test bench, brake symmetry measurement, accident rate

OBSAH

ÚVOD.....	10
1. BRZDOVÉ ÚSTROJÍ – SOUČASNÝ STAV	12
1.1 Rozdělení brzdové soustavy podle účelu.....	12
1.2 Kapalinové brzdy.....	12
1.2.1 Rozdělení kapalinových brzd podle zdroje energie	13
1.3 Rozdělení vlastních brzd.....	13
1.3.1 Bubnová brzda	14
1.3.2 Kotoučová brzda	17
1.4 Současné trendy v oblasti brzdových soustav z hlediska bezpečnosti.....	19
1.4.1 Zapojení TT („přední náprava – zadní náprava“)	21
1.4.2 Zapojení LL („trojúhelníkové“)	21
1.4.3 Zapojení X („diagonální“)	22
1.4.4 Zapojení HT („čtyři – dvě“).....	22
1.4.5 Zapojení HH („čtyři – čtyři“).....	22
2. MOŽNOSTI OPOTŘEBENÍ BRZDOVÉ SOUSTAVY	23
2.1 Příznaky opotřebení brzdové soustavy	24
3. VLIV NESTANDARDNÍHO STAVU BRZDOVÉHO ÚSTROJÍ NA PROVOZ VOZIDLA ..	28
3.1 Projevy nejčastějších závad brzdového ústrojí a jejich vliv na chování vozidla	28
3.2 Kontrola stavu brzdové soustavy v STK	30
3.2.1 Hodnocení technického stavu vozidla	30
3.2.2 Závady zjišťované v STK a jejich vliv na technickou způsobilost vozidla	31
4. VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ	35
4.1 Válcová zkušebna pomaloběžná.....	35
4.2 Výsledky měření.....	37
4.3 Statistika nehodovosti.....	45
5. ZÁVĚR.....	49
6. POUŽITÁ LITERATURA	51
7. PŘÍLOHY	52

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 <i>Schéma bubnové brzdy [5]</i>	14
Obrázek 2 <i>Bubnová brzda jednonáběžná [2]</i>	15
Obrázek 3 <i>Bubnová brzda dvounáběžná [2]</i>	16
Obrázek 4 <i>Bubnová brzda se spřaženými čelistmi [2]</i>	16
Obrázek 5 <i>Dvoupístková kotoučová brzda s pevným třmenem [2]</i>	18
Obrázek 6 <i>Kotoučová brzda s plovoucím třmenem [2]</i>	18
Obrázek 7 <i>Dvouokruhová brzdová soustava Škoda Favorit [2]</i>	19
Obrázek 8 <i>Tandemový hlavní brzdový válec pro dvouokruhovou brzdovou soustavu [5]</i>	20
Obrázek 9 <i>Uspořádání přední/zadní [2]</i>	21
Obrázek 10 <i>Uspořádání "trojúhelníkové" [2]</i>	21
Obrázek 11 <i>Uspořádání "diagonální" [2]</i>	22
Obrázek 12 <i>Válcová stolice pro měření brzdných sil [6]</i>	36
Obrázek 13 <i>Brzdy vpředu – závislost síly na čase</i>	38
Obrázek 14 <i>Brzdy vzadu – závislost síly na čase</i>	38
Obrázek 15 <i>Brzdy vpředu – závislost síly na čase</i>	39
Obrázek 16 <i>Brzdy vzadu – závislost síly na čase</i>	39
Obrázek 17 <i>Brzdy vpředu – závislost síly na čase</i>	40
Obrázek 18 <i>Brzdy vzadu – závislost síly na čase</i>	40
Obrázek 19 <i>Brzdy vpředu – závislost síly na čase</i>	40
Obrázek 20 <i>Brzdy vzadu – závislost síly na čase</i>	40
Obrázek 21 <i>Brzdy vpředu – závislost síly na čase</i>	41
Obrázek 22 <i>Brzdy vzadu – závislost síly na čase</i>	41
Obrázek 23 <i>Brzdy vpředu – závislost síly na čase</i>	42
Obrázek 24 <i>Brzdy vzadu – závislost síly na čase</i>	42
Obrázek 25 <i>Brzdy vpředu – závislost síly na čase</i>	42
Obrázek 26 <i>Brzdy vzadu – závislost síly na čase</i>	42
Obrázek 27 <i>Brzdy vpředu – závislost síly na čase</i>	43
Obrázek 28 <i>Brzdy vzadu – závislost síly na čase</i>	43
Obrázek 29 <i>Brzdy vpředu – závislost síly na čase</i>	44
Obrázek 30 <i>Brzdy vzadu – závislost síly na čase</i>	44
Obrázek 31 <i>Brzdy vpředu – závislost síly na čase</i>	44
Obrázek 32 <i>Brzdy vzadu – závislost síly na čase</i>	44

Graf 1 <i>Celkový přehled nehodovosti za roky 2000–2010</i>	47
Vzorec 1 <i>Vyhodnocení účinků brzd – zbrzdění [6]</i>	35
Vzorec 2 <i>Brzdná síla [6]</i>	35
Vzorec 3 <i>Souměrnost působení brzd [6]</i>	37
Tabulka 1 <i>Třídy brzdových kapalin a jejich vlastnosti [3]</i>	26
Tabulka 2 <i>Přehled nehodovosti zaviněné závadou provozní brzdy v letech 2000–2010</i>	46
Tabulka 3 <i>Nehody a jejich následky</i>	48

ÚVOD

Brzdové ústrojí je jedním z nejpodstatnějších systémů ovlivňujících bezpečnost provozu vozidla. Pokud je v dobrém technickém stavu, zajišťuje bezpečné zpomalení vozidla či jeho zastavení, čímž předchází rizikům nehody v běžném provozu. Obzvláště v nepředvídaných situacích může zachránit život řidiče a spolujezdců. Musí být tedy náležitě spolehlivé, účinné a zajistit stálou ovladatelnost a stabilitu vozidla, tedy neustálou přilnavost pneumatik k vozovce. Požadavky na odpovídající technický stav brzdové soustavy, včetně přípustné brzdné dráhy, jsou proto stanoveny předpisy.

Za účelem dalšího posílení bezpečnosti brzdového ústrojí jsou vyvíjeny různé podpůrné systémy, jako jsou například ABS nebo ESP. Nelze na ně však spoléhat. Všechna vozidla by měla být podrobována pravidelným kontrolám, při kterých se jakékoli známky opotřebení či poruchy odhalí.

Frekvence těchto kontrol však ve většině případů není dostatečně častá. Proto je třeba vnímat chování vozidla a jakékoli nestandardní chování vozidla při brzdění řádně a neprodleně prošetřit. Z toho vyplývá, že hlavní roli ve včasném řešení potíží – a tím v předcházení případných poruch nebo dokonce vážných následků – hraje řidič a jeho „spojení“ s vozidlem, tedy schopnost vnímat jakékoli nestandardní stavy při jízdě. Pokud vozidlo začne vykazovat známky opotřebení brzdového ústrojí či se začnou projevovat jeho poruchy, řidič by měl situaci neprodleně řešit. V závislosti na jeho schopnostech se může řidič pokusit vyřešit problém sám nebo se může obrátit na osoby s potřebnými odbornými znalostmi.

V řadě případů se však opotřebení brzdové soustavy či poruchy při jízdě žádným zřetelným způsobem neprojeví. Zákonem dané technické prohlídky probíhající ve stanicích technických kontrol však odhalí i tyto skryté vady. Díky tomu by mělo být zajištěno, že se do běžného silničního provozu nedostanou jakkoli riziková vozidla.

První část této práce se zabývá obecným pojetím brzdových soustav ve standardním stavu a jeho dělením podle různých kritérií. Z důvodu obsáhlosti je tato část zaměřena pouze na kapalinové brzdy, brzdy vzduchotlaké nebyly brány v úvahu. Práce nastíní také současné bezpečnostní trendy moderních brzdových soustav.

Další je zaměřena na problematiku opotřebení brzd a projevy závad brzdových soustav. Nejdříve se práce věnuje projevům, které může zaznamenat sám řidič. Poté se práce přesouvá k problematice kontrol, které se provádí ve stanicích technických kontrol, zjišťovaných závad

a jejich klasifikaci, která ovlivňuje další „osud“ vozidla – v oblasti další provozuschopnosti vozidla má totiž rozhodující slovo právě výsledek zkoušky v STK.

Pokud však k závadě dojde v rozmezí intervalu povinné technické kontroly na STK a není provozovatelem či řidičem vozidla zaznamenána, může to mít méně či více závažné následky v podobě nehod. Proto je poslední část této práce zaměřena na nehodovost a její statistiku za dané období, přičemž do této statistiky byly zahrnuty pouze nehody prokazatelně zaviněné závadou provozní brzdy. Brzdy v oblasti nehodovosti hrají důležitou roli a následky jejich závad mohou být fatální, a proto je třeba nebrat jejich stav na lehkou váhu.

1. BRZDOVÉ ÚSTROJÍ – SOUČASNÝ STAV

Brzdové ústrojí slouží ke zpomalení vozidla za jízdy, úplnému zastavení nebo jeho zajištění. Již tyto typy použití napovídají, že existuje hned několik druhů brzdových soustav.

1.1 Rozdělení brzdové soustavy podle účelu

V případě osobních automobilů lze brzdovou soustavu rozdělit podle účelu použití na brzdy provozní, nouzové a parkovací.

Provozní brzdová soustava má za úkol omezení rychlosti vozidla, popřípadě jeho úplné zastavení, aniž by se vůz odklonil od přímého směru jízdy. Je ovládána nohou řidiče, působí na všechna kola, a jak uvádí František Vlk [5], její účinek musí být odstupňovatelný.

Nouzová brzdová soustava je také ovládána řidičem a využívá se při selhání provozní brzdy. Dle Jana, Ždánského a Čupery [2] se její vliv musí projevit alespoň na jednom kole po obou stranách vozidla a za nouzovou brzdovou soustavu lze pokládat provozuschopný okruh dvouokružové brzdové soustavy nebo brzdovou soustavu parkovací.

Parkovací brzdová soustava slouží k tomu, aby zabránila vozidlu v nehybném stavu (i za nepřítomnosti řidiče) v nechtěném pohybu. Využití parkovací brzdové soustavy nalezne hlavně v případě, že je vozidlo ponecháno ve svahu.

1.2 Kapalínové brzdy

V současnosti se u osobních automobilů lze setkat převážně s brzdami kapalinovými. Ty mají za funkci ovládání provozního a nouzového brzdění a jsou ovládány řidičem prostřednictvím brzdového pedálu. Jsou soustavou tvořenou „hlavním tandemovým brzdovým válcem, brzdovým potrubím, brzdovými hadičkami, kolovými brzdovými válečky a vlastními kolovými brzdami“ [2].

Při brzdění pomocí kapalinové brzdové soustavy se její aktivace provede sešlápnutím brzdového pedálu. Tím dojde k posunutí pístu v hlavním válci brzdy.

Činnost soustavy je založena na principu Pascalova zákona. Pokud se tedy princip Pascalova zákona aplikuje na brzdovou soustavu, znamená to, že uvnitř kapaliny vznikne přetlak, který se bude dále šířit celou brzdovou soustavou. Kapalina je v důsledku působení tlaku dále v podstatě nestlačitelná, a to má za následek okamžité posunutí pístů v brzdových válečcích kotoučových i bubnových brzd. U kotoučových brzd dojde k přitlačení brzdových

destiček ke kotouči, u bubnových brzd k přitlačení brzdových čelistí na brzdový buben. Opětovné snížení tlaku kapaliny, tedy uvolnění vzniklého přitlaku, se docílí uvolněním brzdového pedálu.

Aby nedošlo k zavzdušnění brzdové soustavy, které je samozřejmě nežádoucím jevem způsobujícím vážné komplikace, vyrovnávací nádržka neustále doplňuje brzdovou kapalinu do hlavního válce. Ta může být spojena přímo s tělesem hlavního válce brzdy nebo je umístěna odděleně a s hlavním válcem je spojena potrubím. Druhé jmenované uspořádání usnadňuje kontrolu a doplňování kapaliny.

Jako zdroj tlaku pro ovládání kolových brzdových válců slouží hlavní brzdový válec. U vozidel se starším datem výroby se používal jednookruhový válec, ale v současnosti už se používá pouze válec tandemový. U tandemového brzdového válce je „píst vtlačován do pracovního válce a ventily na obou stranách plovoucího pístu uzavřou spojení tlakových prostorů válce s kapalinovou nádržkou“ [5]. To znamená, že dochází k vytlačování kapaliny do jednoho okruhu, čímž je vyvíjen tlak také na plovoucí píst. Tím se tlak v prvním a druhém okruhu vyrovná.

1.2.1 Rozdělení kapalinových brzd podle zdroje energie

Brzdy je možné podle dalšího kritéria, dle zdroje energie, dělit na brzdy přímočinné a brzdy s posilovačem.

Přímočinná brzdová soustava se, jak už naznačuje její název, vyznačuje tím, že velikost brzdné síly je závislá pouze na svalové síle řidiče, kterou vyvine na pedál, případně na páku brzdové soustavy. Mezi ovládacím prvkem brzdové soustavy a řidičem se tedy nenachází žádný další činitel.

Druhý typ je brzdová soustava s posilovačem, nebo také brzda polostrojní. Ta je využívána, když je k brzdění vyžadována větší míra síly, kterou na brzdový pedál nedokáže vyvinout samotný řidič. Svalová síla je tedy doprovázena ještě jinými zdroji energie pomocí posilovače brzd. Z hlediska konstrukčního provedení se rozeznávají dva druhy posilovače, podtlakový (vakuový) a hydraulický.

1.3 Rozdělení vlastních brzd

Vlastní brzdy se na základě vzniku a oblasti působení sil rozdělují hned na několik druhů.

U automobilů je využívána převážně třecí brzda, kterou lze ve většině případů nalézt přímo v kole. Ta se vyznačuje působením přitlačné síly na součásti připojené ke kolům. Vznik brzdného momentu je, jak uvádí František Vlk [5], doprovázen přeměnou pohybové energie na teplo. Proto je třeba, aby teplo mohlo unikat do ovzduší. Pokud by tomu tak nebylo, mohlo by vlivem tepla dojít k poškození brzdového ústrojí a snížení jeho účinnosti.

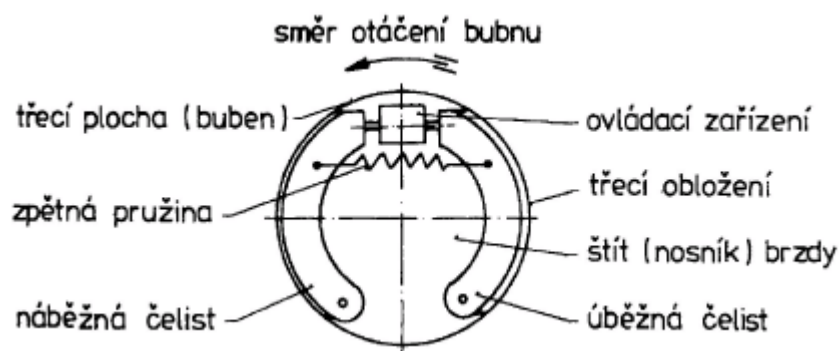
Z hlediska oblasti působení třecí síly lze třecí brzdy rozdělit na dva typy, brzdou bubnovou a brzdou kotoučovou.

1.3.1 Bubnová brzda

Jak uvádí František Vlk [5], u bubnových brzd vzniká třecí síla mezi součástmi, jež jsou pevně připevněny k vozidlu, a bubnem, přičemž třecí síla vzniká na jeho vnitřním povrchu. Buben je tedy otáčivou částí. Při brzdění jsou na jeho vnitřní povrch, jenž je třecí plochou, přitlačovány vnitřní čelisti s třecím obložením.

František Vlk [5] rozeznává dva druhy čelistí dle následujících kritérií: „Podle smyslu momentu obvodové třecí síly vzhledem k uložení rozlišujeme čelist náběžnou, u které moment třecí síly $T_i * e$ zvyšuje její přitlak na třecí plochu bubnu (tzn. posilující účinek náběžné čelisti); úběžnou, u které tento moment zmenšuje její přitlak na třecí plochu.“ Po ukončení brzdění se čelisti opět vrátí do základní polohy, a to zásluhou vratné pružiny.

Čelisti brzdy se nacházejí na brzdovém štítu a spolu s ovládacím zařízením, které lze nalézt tamtéž, jsou pevnou částí brzdy.



Obrázek 1 Schéma bubnové brzdy [5]

U osobních vozidel je ovládacím zařízením přitlačujícím čelisti na vnitřní stranu bubnu kapalinový (neboli kolový) válec. „Do jeho pracovního prostoru je přiváděna brzdová kapalina, která působí na píst, čímž vznikne ovládací síla. Tato síla se přenáší tlačným čepem na čelist.“ [5]

Podle způsobu uspořádání a ovládání se rozlišují tři základní typy bubnových brzd, a to jednonáběžné brzdy (Simplex), dvounáběžné brzdy (Duplex) a brzdy se spřaženými čelistmi (Servo).

1.3.1.1 Jednonáběžné brzdy (Simplex)

Jednonáběžné brzdy jsou z hlediska konstrukce nejjednodušším typem bubnových brzd. Brzdící síla působí na jednu z obou čelistí. To znamená, že u tohoto typu brzdy se nachází pouze jedna náběžná čelist, u které síla působí ve směru otáčení brzdového bubnu, jak je vidět na obrázku níže. Druhá čelist je čelistí úběžnou. U té síla působí proti směru jeho otáčení. Co se týče ovládání, „přítlačná síla obou čelistí je vytvářena společným rozpěrným zařízením, např. dvoupístkovým brzdovým válečkem, brzdovou vačkou, rozpěrným klínem nebo pákou (klíčem)“ [2].



Obrázek 2 Bubnová brzda jednonáběžná [2]

1.3.1.2 Dvounáběžné brzdy (Duplex)

U dvounáběžných brzd se role čelistí liší v závislosti na směru jízdy: „Při jízdě vpřed má brzda obě čelisti náběžné...při jízdě vzad pracují obě čelisti jako úběžné“ [2]. Na rozdíl od jednonáběžných brzd je u brzd dvounáběžných tedy nutné, aby byly čelisti ovládány individuálně, například pomocí dvou jednopístkových brzdových válečků. Válečky ve výsledku neslouží pouze jako prostředek pro ovládání čelistí, ale také jako podpěra pro druhou čelist.



Obrázek 3 Bubnová brzda dvounáběžná [2]

1.3.1.3 Brzdy se spřaženými čelistmi (Servo)

Čelisti brzd se spřaženými čelistmi jsou postavené do takové pozice, aby na sebe navzájem působily. Jako první reaguje na podnět daný ovládacím prvkem náběžná čelist. Vlk [5] popisuje, že prostřednictvím rozpěrného čepu se její reakce přeneše na druhou čelist, která následkem toho začne fungovat rovněž jako čelist náběžná. Díky tomuto principu fungování stačí pro ovládání obou čelistí jedno společné ovládání.



Obrázek 4 Bubnová brzda se spřaženými čelistmi [2]

1.3.1.4 Typické vlastnosti bubnových brzd

Bubnové brzdy mají oproti jiným typům několik podstatných výhod, které by měly být zmíněny. Patří mezi ně možnost zesílit účinek brzd pouhou úpravou uspořádání čelistí. Dalším pozitivem je, že se vlastní mechanismus brzdy nachází uvnitř bubnu. Tím, že je krytý, je chráněn před vnějšími vlivy, tedy před možným znečištěním. Bubnové brzdy se dále vyznačují nižší mírou opotřebení, dlouhou životností brzdového obložení a možností jednoduché adaptace pro funkci parkovací brzdy. Naproti tomu nevýhodou bubnových brzd je možnost snížení brzdného účinku – například následkem dlouhodobého brzdění – zapříčiněno zahříváním, jež po dosažení určité hranice může v krajním případě způsobit až zdeformování bubnu. Oproti kotoučovým brzdám je brzdy bubnové také třeba provádět v určitých pravidelných intervalech seřízení. Gilles [1] vysvětluje, že následkem postupného opotřebení brzdového obložení se mezi obložením a brzdou vytváří čím dál větší vůle, takže dráha pedálu potřebná k aktivaci brzd se prodlužuje.

Jinými vlastnostmi, ale podobným principem fungování, se vyznačuje také druhý typ třecí brzdy, brzda kotoučová.

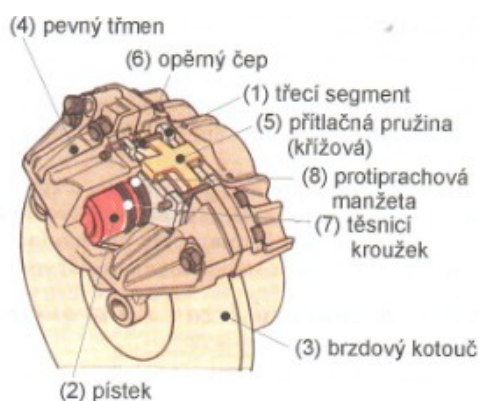
1.3.2 Kotoučová brzda

Třecí síla zde působí opět mezi částmi pevně připojenými k vozidlu a částí, kterou napovídá již její název, tedy plochou kotouče. Brzdění probíhá přitlačováním desek s třecím obložením na boky kotoučů, které představují třecí plochy. Rozdíl je tedy v tom, že přitlačná síla působí z vnějšku, zatímco u brzd bubnových je síla vyvíjena na vnitřní povrch kotouče.

František Vlk [5] kotoučové brzdy rozděluje podle způsobu ovládání na dva druhy, a to na kotoučovou brzdu s pevným třmenem a na kotoučovou brzdu s plovoucím třmenem.

1.3.2.1 Kotoučová brzda s pevným třmenem

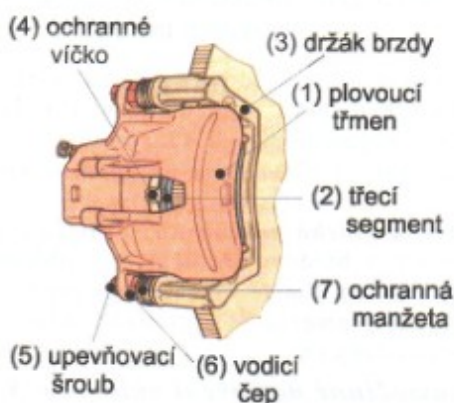
Ovládací zařízení, kterým jsou u tohoto druhu brzdy hydraulické válce umístěné na obou stranách kotouče, je spolu s tělesem třmenu, v němž je uloženo, upevněno k neotáčivé části nápravy nebo zavěšení kol. Písty hydraulických válců přitlačují čelisti s brzdovým obložením na obě třecí plochy kotouče. Utěsnění je zabezpečeno pryžovým těsnicím kroužkem, který zároveň díky své pružnosti zajišťuje návrat čelistí s brzdovým obložením do základní polohy. Při působení pístu hydraulického válce dojde ke stlačení těsnicího kroužku. Po uvolnění tlaku vyvíjeného kapalinou je píst zásluhou elasticity kroužku o určitou vzdálenost navrácen.



Obrázek 5 Dvoupístková kotoučová brzda s pevným třmenem [2]

1.3.2.2 Kotoučová brzda s plovoucím třmenem

U kotoučové brzdy s plovoucím třmenem se nachází pouze jeden hydraulický válec umístěný na jedné straně kotouče. Držák, na kterém jsou zašroubovány dva vodící čepy, je připevněn na některou část zavěšení kola. Těleso třmene je axiálně posuvné a díky tomu se přitlačí brzdové destičky na kotouč. Tato konstrukce je jednodušší a vyznačuje se menšími rozměry a hmotností.



Obrázek 6 Kotoučová brzda s plovoucím třmenem [2]

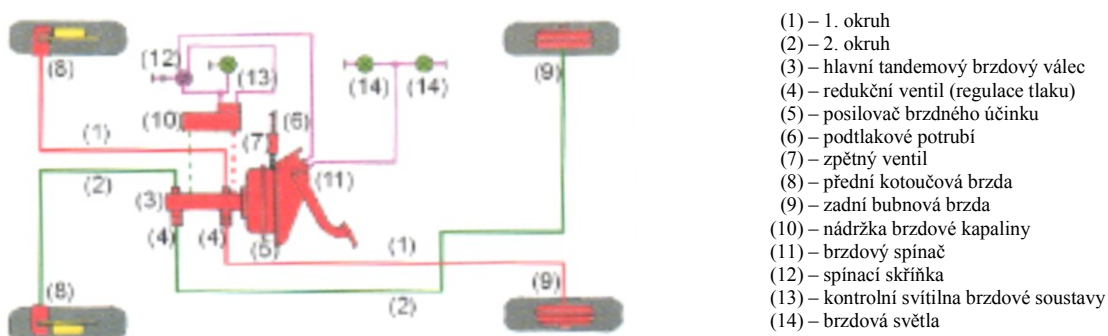
1.3.2.3 Typické vlastnosti kotoučových brzd

Kotoučové brzdy mají oproti bubnovým brzdám řadu výhod, ať už je to větší výkon, stabilita brzdného účinku i při vyšším zahřívání, snadná montáž a demontáž čelistí a nulová potřeba seřizování díky automatickému nastavování vůle těsnicím kroužkem. Lze se u nich však setkat i s několika nevýhodami. Vyžadují vynaložení větší ovládací síly, takže je často zapotřebí posilovače brzd. Konstrukce mechanického ovládání je poměrně složitá a její zpracování navíc nákladné, a to následkem malého vnitřního převodu brzdy.

Protože se postupem času začal klást čím dál větší důraz na bezpečnost, bylo třeba reflektovat tyto požadavky také u brzdových ústrojí. Následkem toho se u kapalinových brzd používá tandemový válec a několik možností uspořádání.

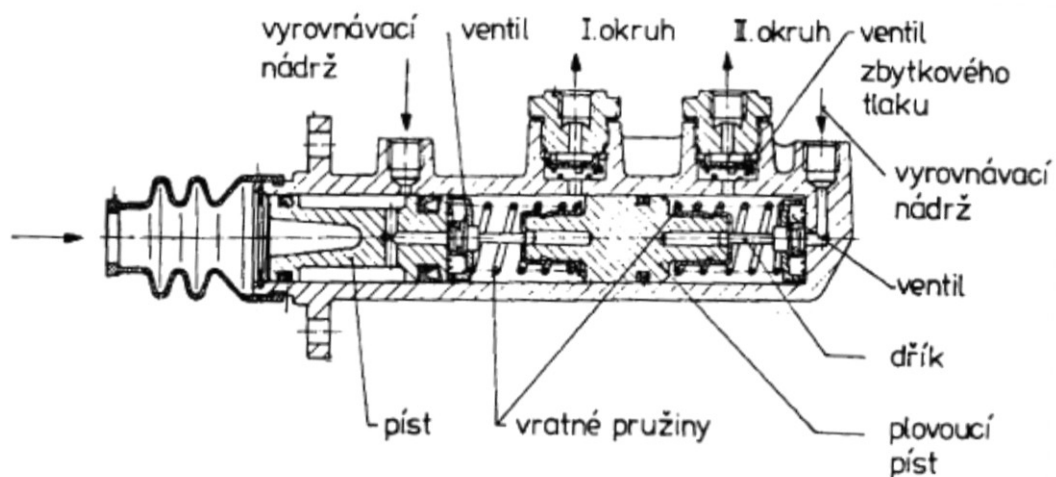
1.4 Současné trendy v oblasti brzdových soustav z hlediska bezpečnosti

Jak už je naznačeno výše, z důvodu bezpečnosti a požadavku nouzového brzdění jsou dnes automobily vybaveny výhradně dvouokruhovou brzdovou soustavou. To znamená, že je hydraulická soustava rozdělena na dva samostatné okruhy. Taková soustava obvykle vyžaduje použití tandemového hlavního brzdového válce, který je konstruován tak, že jsou jeho pracovní prostory umístěny za sebou ve společné ose. V případě, že se vyskytne porucha na jednom brzdovém okruhu, vůz bude schopen zabrzdít za pomoci okruhu druhého. Bude-li unikat brzdová kapalina z jednoho z okruhů, bude to mít za následek zvětšený mrtvý chod brzdového pedálu.



Obrázek 7 Dvouokruhová brzdová soustava Škoda Favorit [2]

U tandemového hlavního brzdového válce dvouokruhových brzd je po sešlápnutí pedálu posouván píst prvního okruhu a spolu s ním přes pružinu posouván i píst druhého okruhu. Manžety uzavřou vyrovnávací otvory a dojde k růstu tlaku kapaliny ve vývodech obou okruhů. Vracení pístů do základní polohy a snížení tlaku ve vývodech na počáteční hodnotu umožní uvolnění pedálu. Ve vývodech hlavního brzdového válce jsou umístěny zpětné ventily, které se liší podle druhu připojených brzd. U bubnových je to ventil zbytkového tlaku, zatímco u brzd kotoučových jde o ventil bezpřetlakový. Při výskytu poruchy jednoho z okruhů se nemůže tlak na jeho vývodu zvyšovat. Příslušný plovoucí píst tandemového hlavního válce bude proto přisunut až na doraz. V okruhu druhém bude tlak normální a může proto normálně fungovat, ale sníží se celková účinnost brzdění vozidla. Jestliže dojde k přitlačení plovoucího pístu na doraz, projeví se to na vozidle prodloužením zdvihu brzdového pedálu. U novějších vozidel vybavených signalizací na přístrojové desce by na to měla upozornit rozsvícená kontrolka.



Obrázek 8 Tandemový hlavní brzdový válec pro dvouokruhovou brzdovou soustavu [5]

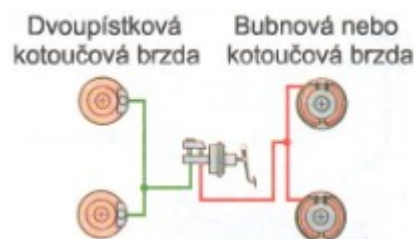
Pro dvouokruhové brzdové soustavy existuje pět možností uspořádání, a to zapojení TT, LL, HT, HH a X. Nejčastěji se používají zapojení TT, LL a X.

1.4.1 Zapojení TT („přední náprava – zadní náprava“)

Brzdění zadní a přední nápravy je zajištěno oddělenými okruhy. Existuje možnost použít na všech kolech brzdy bubnové či kotoučové nebo jejich kombinaci, ale brzdy kotoučové je nutné umístit na přední kola. Pokud dojde k poruše na předním okruhu, bude brzdění zajištěno plně fungujícím okruhem brzd zadních, ale s velmi malým účinkem.

Velkou nevýhodou tohoto zapojení je, že při výskytu poruchy na jednom z okruhů dochází ke zhoršené říditelnosti vozidla. Například při selhání předního okruhu budou brzdit pouze zadní kola a automobil může mít tendenci stáčet se kolem své osy. I v případě, že vozidlo splňuje podmínky zpomalení stanovené předpisem, protože jeho neporušený druhý okruh funguje jako nouzové brzdění, může tato nečekaná změna jízdních vlastností vyústit až k havárii.

Rozdělení brzdné síly je v poměru přibližně 70 % (přední náprava) ku 30 % (zadní náprava).



Obrázek 9 Uspořádání přední/zadní [2]

Aby nedocházelo k přetáčení vozidla při brzdění, byly vyvinuty brzdové soustavy (LL a HT), kde jsou při poruše jakéhokoliv okruhu vždy brzděna přední kola. Přední kola jsou tedy brzděna oběma okruhy.

1.4.2 Zapojení LL („trojúhelníkové“)

Pokud jsou na přední nápravě používány čtyřpístkové kotoučové brzdy, bude každý okruh působit na přední nápravu a jedno ze zadních kol.

Rozdělení brzdné síly je v poměru 50 % (první okruh) ku 50 % (druhý okruh).

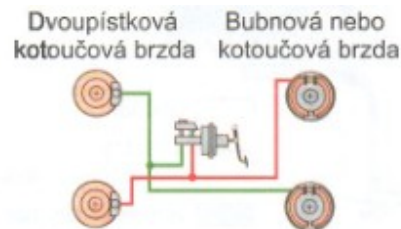


Obrázek 10 Uspořádání „trojúhelníkové“ [2]

1.4.3 Zapojení X („diagonální“)

Oproti zapojení HH jde o výrazně ekonomicky, ale i technicky výhodnější řešení. Při poruše jednoho brzdového okruhu bude brzděno jedno přední kolo a kolo zadní ležící v jeho diagonále.

Rozdělení brzdné síly je v poměru 50 % (první okruh) ku 50 % (druhý okruh).



Obrázek 11 Uspořádání „diagonální“ [2]

1.4.4 Zapojení HT („čtyři – dvě“)

Je-li – stejně jako u předešlého zapojení – na přední nápravě použit obdobný typ brzd, bude jeden okruh působit na obě nápravy, zatímco druhý pouze na nápravu přední.

1.4.5 Zapojení HH („čtyři – čtyři“)

Toto zapojení přichází v úvahu pouze při osazení všech kol vozidla čtyřpístkovými kotoučovými brzdami. Z technického hlediska jde o nejlepší druh zapojení, ale také je třeba brát v úvahu, že jde o zapojení finančně velmi nákladné. Oba okruhy dokážou zabrzdit všechna čtyři kola, protože každý okruh působí vždy na jeden pár pístků jedné nápravy.

2. MOŽNOSTI OPOTŘEBENÍ BRZDOVÉ SOUSTAVY

Ke změnám parametrů brzdového ústrojí dochází zákonitě v důsledku samotného provozu vozidla. Přispívají k nim však i další vlivy, jako je například styl jízdy řidiče. V důsledku dochází k opotřebení součástí brzdového ústrojí a snížení účinnosti.

Poruchy brzd znamenají veliké nebezpečí, a proto je cílem, pokud je to možné, jejich úplná eliminace. K tomu slouží řada zákonných, technických a organizačních opatření. Samotné poruchy mohou vznikat dvěma způsoby:

- a) **postupným nárůstem poškození** – opotřebení brzdových bubnů nebo kotoučů, opotřebení třecího obložení, změna vlastností brzdové kapaliny, koroze aj.
- b) **změnou náhlou** – přetržení lana, prasknutí bubnu, potrubí nebo pružiny, díra v membráně aj.

U poruch s postupným nárůstem poškození lze jejímu zhoršujícímu se stavu spolehlivě předcházet, pokud bude brzdová soustava pravidelně kontrolována za použití moderních diagnostických zařízení. Díky tomu je možné provést preventivní opravu ve vhodný okamžik a tím předejít jejímu postupnému zhoršení až do poruchy náhlé nebo i většího poškození dalších částí soustavy. To je důvod pro pravidelné kontroly ve Stanicích technické kontroly (STK) a ostatní pravidelné kontroly v rámci údržby vozidla.

Poruchy náhlé, pokud ovšem nejsou důsledkem postupného nárůstu poškození, není možné předem odhalit ani při pravidelných kontrolách. Proto předpisy nařizují používat pouze takové materiály a konstrukce, které jsou již osvědčené a ověřené, díky čemuž lze předpokládat, že riziko jejich náhlého selhání bude velmi nízké.

Aby majitel vozidla splnil zákonné požadavky, je třeba pravidelně absolvovat povinné prohlídky v STK, u kterých je však k jejich úspěšnému splnění nutná jen minimální péče. A protože u brzd více než jinde platí, že pravidelná a správná prevence je vždy tím nejlepším a také nejlevnějším druhem údržby, měly by být i v mezidobí zajištěny další pravidelné, správně prováděné a pečlivé kontroly, popřípadě opravy nalezených poruch. Samozřejmě, že oprava svépomocí je také možná, ale určitě je vhodnější přenechat opravu osobě s vyšší mírou odbornosti a zkušeností.

Při běžné údržbě je možné provádět kontrolu předních a zadních brzdových kotoučů, zadních brzdových bubnů, všech třecích segmentů a lanovodů pro ovládání ruční brzdy. Naopak podtlakový posilovač brzd, protiblokovací systém ABS, elektronické součásti brzdového ústrojí a hlavní brzdový válec bez speciálních pomůcek kontrolovat nelze. Základní seřízení vyžadují pouze třecí segmenty, a to po výměně nebo opravě. U předních

a zadních brzd, ať už se jedná o brzdy kotoučové nebo bubnové, není seřizování potřebné, protože jsou zpravidla vybaveny samonastavitelným zařízením provozní vůle.

Po zimním období je potřeba očistit třecí segmenty brzdy (u bubnových brzd i brzdové čelisti) od zbytků soli, která se nalepí ve formě vodní mlhy na brzdové třmeny, válečky, lanovody a má negativní vliv na brzdné vlastnosti vozu. To však není jediné doporučení, které by mělo být dodržováno, aby bylo zajištěno udržení brzdové soustavy v odpovídajícím stavu.

2.1 Příznaky opotřebení brzdové soustavy

Pro dosažení dobrého technického stavu brzd je potřeba věnovat pozornost případnému výskytu následujících jevů plynoucích z opotřebení.

Brzdové segmenty zadních kol vykazují v porovnání s brzdovými segmenty předních kol pomalejší opotřebení, a proto je jejich výměna zpravidla nutná až po několika výměnách na nápravách předních. Ideální brzdny účinek se u nových brzd projeví přibližně po 200 km běžné jízdy.

Opotřebení brzdových kotoučů

Brzdové kotouče je nutné nahradit za nové tehdy, když je opotřebení větší než opotřebení povolené výrobcem vozidla. Přípustná tloušťka by měla být vyražena nebo odlita na hraně kotouče. Lze ji také dohledat v tabulkových hodnotách nových kotoučů. Samotnou tloušťku nebo míru opotřebení lze zjistit měřením činné plochy brzdového kotouče.

Výměna není ovšem nutná pouze po překročení předepsaného rozměru, ale také při případném nálezu jakýchkoli příznaků opotřebení: kotouče by měly být pokud možno hladké, nepopraskané, nevydřené a neháživé.

Opotřebení brzdových bubnů

Brzdy bubnové se už zřídka vyskytují pouze na zadních nápravách a pro kontrolu opotřebení je nutná demontáž bubnu. Ten nesmí být vydřený nebo rozpraskaný a nesmí vykazovat nadměrné opotřebení. Tímto opotřebením se myslí vnitřní průměr bubnu, který nesmí překročit povolenou mez. „Nový buben má vnitřní rozměr 200 mm, maximální vnitřní rozměr při opotřebení je 201 mm.“ [3]

Opotřebení brzdových čelistí

Stav brzdových čelistí je možné zjistit otvorem umístěným ve štítu zadní brzdy, který je zajištěný ucpávkou. Výstup tohoto druhu kontroly je ovšem pouze orientační. Přípustná

tloušťka třecích částí čelistí by neměla být menší než 1,5 mm. Dalším důvodem pro výměnu může být i zamaštění nebo znečištění čelistí například brzdovou kapalinou.

Aby bylo dosaženo potřebné souměrnosti brzd na téže nápravě, mění se vždy celá sada brzdových čelistí, tzn. 2 + 2 čelisti na obou kolech.

Opotřebení brzdových destiček

Brzdové destičky (neboli třecí segmenty) musí mít určitou sílu, souměrnou míru opotřebení a nesmí se na nich vyskytovat praskliny ani rýhy. Upozornění na určitou hranici opotřebení by měla poskytnout rozsvícená kontrolka na přístrojové desce se symbolem brzd, je-li tento systém ve vozidle přítomen a řádně funguje. Je dána také hranice opotřebení: „Minimální tloušťka třecího materiálu brzdového segmentu bez kovové nosné desky může být 1,5–2 mm“. [3] Aby bylo dosaženo ideálního souměrného stavu brzd, je lepší vždy vyměňovat všechny třecí segmenty nápravy najednou. Tyto brzdové segmenty musí být stejného typu, odpovídat určité kvalitě a pocházet od stejného výrobce.

Opotřebení brzdového potrubí a hadic

Je třeba zajistit, aby brzdové potrubí a brzdové hadice nebyly zkorodované nebo se na nich nevyskytovaly jiné známky poškození, například u brzdových hadic se nesmí vyskytovat praskliny nebo puchýře.

Opotřebení ruční brzdy

Ruční brzda musí být správně seřízená, být v plně funkčním stavu a mít souměrný účinek na obě kola. Opotřebení ruční brzdy by se mělo většinou projevit pouze na jejích lanovodech, které se nacházejí pod vozidlem. Zde dochází k působení povětrnostních vlivů, a proto je třeba zkontrolovat, zda nejsou zkorodované. Nesmí vykazovat ani jiné známky mechanického poškození (např. od kamenů).

Opotřebení kolového brzdového válce

Kolové brzdové válce se nahrazují ve chvíli, kdy se válečky přestávají pohybovat, protože jsou, především vlivem koroze, zatuhlé. Dále může z válečků unikat brzdová kapalina. Netěsnost může být následkem opotřebení pryžových těsnicích kroužků.

Opotřebení podtlakového posilovače

Podtlakový posilovač brzdového účinku je většinou upevněn na držáku pedálu. „Posilovací brzdový účinek vyvolává podtlak v sacím potrubí motoru v okamžiku brzdění vozu – podtlak se v posilovači brzdového účinku udržuje propojením pryžovou hadicí do sání motoru a právě hadice podtlaku bývá zdrojem častých poruch.“ [3] Jestliže se na hadici

nachází nějaká trhлина nebo prasklina, v žádném případě se nedoporučuje její oprava, ale vždy výměna za novou. Samotný posilovač brzd se většinou rozebírat ani nedá, takže při jeho poruše nezbyvá, než jej vyměnit za nový.

Zajištění odpovídajícího stavu brzdové kapaliny

Velmi důležitou součástí brzdové soustavy s ohledem na bezpečnost provozu je brzdová kapalina, tudíž na ní jsou kladeny vysoké požadavky. Tyto požadavky na kvalitu jsou stanoveny normami, které se rozdělují do tříd s označením DOT. U většiny moderních automobilů se používá brzdová kapalina na bázi glykolů, která normu DOT splňuje. Je to směs éterů, glykolů, polyglykolů a různých inhibitorů. Mezi nejdůležitější požadované vlastnosti patří odolávání teplotám od $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ až do $260\text{ }^{\circ}\text{C}$. V tomto rozmezí se kapalina nesmí odpařovat, vařit, pěnit a její jednotlivé složky se od sebe nesmí oddělovat. Kapalina také nesmí porušovat materiály, které se používají v brzdové soustavě, ať už to jsou kovy, pryže či jiné. Měla by být nehořlavá, nebo mít alespoň vysoký bod vzplanutí. Výše uvedené vlastnosti si musí uchovávat minimálně po dobu dvou let.

U brzdové kapaliny by měl být pravidelně, a to jednou ročně, měřen bod varu. Ten by měl být minimálně $140\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dále je potřeba brzdovou kapalinu měnit alespoň jednou za dva roky.

Bod varu se rozděluje na suchý a mokrý. „Suchý bod varu lze měřit v podstatě jen po prvním otevření originální nádoby v době výroby nebo v době, která je určena na obalu výrobku. Jakmile jednou nádobu otevřete, začne se ihned projevat vlastnost kapaliny vázat na sebe vodu a brzdová kapalina snižuje svoji kvalitu a samozřejmě i bod varu.“ [3] Jakmile se bod varu přiblíží hodnotě mokrého bodu varu, je nutné kapalinu ihned vyměnit. Při výměně je třeba nejprve odstranit starou brzdovou kapalinu a až poté soustavu naplnit kapalinou novou, a to i přesto, že norma umožňuje mísitelnost brzdových kapalin se stejnou specifikací. Do vozidla by měla být použita pouze kapalina, která je předepsána výrobcem vozidla.

Tabulka 1 Třídy brzdových kapalin a jejich vlastnosti [3]

Třída brzdové kapaliny	DOT 3	DOT 4	DOT 5
Suchý bod varu	205	230	260
Mokrý bod varu	140	155	180
Viskozita při $40\text{ }^{\circ}\text{C}$	1 500	1 800	900

Hydraulický okruh musí být vždy zcela zaplněn brzdovou kapalinou, čímž se zajistí jeho správný chod. I velmi malé množství vzduchu v brzdovém systému může mít za následek, díky vlastnosti stlačitelnosti plynů, částečnou nebo úplnou ztrátu brzdící funkce.

Aby bylo možné hydraulický brzdový systém brzdovou kapalinou zcela zaplnit, je třeba vzduch vypustit, tedy odvzdušnit soustavu.

Odvzdušnění brzdové soustavy

Odvzdušnění soustavy je nutné provést po jakékoliv opravě brzd, při které dojde k rozpojení některých dílů hydraulického okruhu, nebo po výměně brzdové kapaliny. Soustavu je třeba odvzdušnit také při vzniku netěsnosti, kterou nejčastěji zapříčiní poškození povrchu či vadný jazýček manžety v kolovém válci. „Při vyšších teplotách potom vznikají takzvané „plynové polštáře“, které zásadně mění stlačitelnost kapaliny, a může se objevit jev, kterému říkáme propadnutí brzdového pedálu.“ [3] Po odvzdušnění soustavy je nutné nalézt i příčinu, která za zavzdušněním stála, aby nedošlo k opětovnému výskytu tohoto jevu. Při seřizování ruční brzdy, výměně brzdových destiček a vyjmutí brzdového bubnu není odvzdušnění potřebné.

3. VLIV NESTANDARDNÍHO STAVU BRZDOVÉHO ÚSTROJÍ NA PROVOZ VOZIDLA

Pozorný řidič může podle chování brzd za běžného provozu dlouho dopředu odhalit některé začínající poruchy, které mohou přicházet pozvolna nebo které mohou být závadami zásadního typu, jejichž opravu nelze odkládat. Ale i závady, které mají pozvolnější průběh, se časem vyvinou v závadu zásadního typu. Ta může mít za následek i ohrožení lidských životů, protože, jak je známo, bezpečná jízda závisí hlavně na spolehlivých brzdách.

Nyní budou následovat některé nejčastější projevy závad kapalinových brzd, které mají nežádoucí vliv na dobré jízdní vlastnosti vozidla.

3.1 Projevy nejčastějších závad brzdového ústrojí a jejich vliv na chování vozidla

Vozidlo má tendenci táhnout ke straně

Pokud vozidlo při brzdění táhne ke straně, má nerovnoměrný brzdný účinek. To může být způsobeno poškozením, opotřebením nebo znečištěním brzdového obložení na jedné straně vozidla. Také to může být důsledkem odlišností materiálů, ze kterých je obložení vyrobeno nebo toho, že nepochází od stejného výrobce. Táhnutí ke straně mohou způsobovat netěsnosti těsnicí pryžové manžety kolového válce, které vzniknou jejím opotřebením, a dále zkorodovaný okraj vnitřní plochy kolového válce nebo rozdílně nahuštěné pneumatiky na téže nápravě. U kotoučových brzd může být důvodem táhnutí vozidla ke straně zkorodovaný píst v předním brzdovém třmenu, u bubnových to může být zadřený píst v brzdovém válci kola.

Brzdění i při nesešlápnutém pedálu

V případě, že dochází k brzdění i při nesešlápnutém pedálu, bývá to zapříčiněno neprůchodným vyrovnávacím otvorem hlavního válce, nabobtnáním jeho manžet, zadřeným pístem kolového válce, prasknutím vratné pružiny brzdové čelisti, poruchou samostavu (což je nesprávná vůle třecích prvků), ovalitou brzdového bubnu, nadměrnou házivostí bubnu či kotouče nebo nesprávnou pozicí třmene brzdy.

Nedostatečný brzdný účinek

Nedostatečný brzdný účinek může být zapříčiněn zamaštěním třecích ploch brzdovou kapalinou unikající z kolového válce, nebo mazivem, které se do brzdy dostává z rozvodovky nebo z ložisek. Může se také stát, že se tak soustava pouze jeví a za zdáním nedostatečné brzdné síly může stát vadný posilovač brzd.

Malý odpor proti sešlápnutí pedálu

Malý odpor proti sešlápnutí pedálu, tzv. „měkký pedál“, může být důsledkem zavzdušněné brzdové soustavy nebo poškození tlakové brzdové hadice. Dalšími příčinami mohou být netěsnost manžety pístu hlavního válce, neprůchodnost otvoru ve víčku zásobní nádoby kapaliny, případně značně snížený bod varu brzdové kapaliny.

Malý zdvih pedálu brzdy

Malý zdvih pedálu brzdy, tzv. „tvrdý pedál“, může být projevem závady hlavního brzdového válce, tedy neprůchodného vyrovnávacího otvoru hlavního brzdového válce, nebo nabobtnáním jeho manžet.

Velký zdvih pedálu brzdy

Zřetelné prodloužení zdvihu pedálu brzdy se vyskytuje u brzd s tandemovým hlavním brzdovým válcem. Je projevem poruchy jednoho z okruhů, respektive ztráty těsnosti. Následkem velkého zdvihu je snížená účinnost brzdění, a proto je třeba závadu bezodkladně odstranit, tedy vyměnit poškozené součásti (nejčastěji to bývají manžety a ventily).

Hluk při sešlápnutí brzdového pedálu

Pokud se při sešlápnutí brzdového pedálu při výkonu brzdění ozývá hluk, je třeba hledat jinou příčinu u brzd kotoučových než u brzd bubnových.

U bubnových může za vznikajícím hlukem stát mnoho příčin. Velmi častou příčinou pískání bubnových brzd může být oslabení vratné pružiny, ovalita brzdového bubnu, jeho příliš tenká stěna nebo prasklina bubnu, ale také vyleštěná místa na jeho třecí ploše. Dále bývá pískot způsoben částečným zamaštěním nebo spáleninami vyskytujícími se na určitých místech obložení.

U brzd kotoučových se pískot projevuje nejčastěji při menších rychlostech a při brzdění, které je pozvolné – kdy se na pedál působí menší silou. Třecí obložení se dostává do kontaktu s brzdovým kotoučem pouze v určitých místech. Tato místa se v tangenciálním směru pružně deformují, a to může vést k jejich rozkmitání. Pokud nejsou tyto kmity tlumeny uvnitř materiálu obložení, vede to k pískání brzd. U dnešních kvalitních materiálů se však již tento problém téměř nevyskytuje.

Ať už se jakýkoliv z výše zmíněných projevů opotřebení brzd u vozidla vyskytne či nikoli, brzdy je třeba podrobovat pravidelným kontrolám. Kromě kontroly prováděné samotným vlastníkem vozidlo podléhá zákonným prohlídkám ve stanicích technické kontroly.

Pružný pedál

Pružný pedál může být příčinou poškození těsnění pístu hlavního brzdového válce nebo uvolnění matice upevňující hlavní brzdový válec. Další z možných příčin může být také zavzdušnění brzdové soustavy. Z toho vyplývá, že řešením je výměna těsnění pístu, utažení matice či odvzdušnění brzdové soustavy.

3.2 Kontrola stavu brzdové soustavy v STK

Brzdová soustava na automobilu je velmi důležitá především pro bezpečnost provozu. Proto by měla – a také je – jejich kontrole věnována značná pozornost. Pomocí pravidelných povinných technických prohlídek na jejich stav dohlíží stát.

Kontroly technického stavu vozidel jsou prováděny v pravidelných intervalech daných zákonem č. 56/2001 Sb. Tyto prohlídky jsou u osobních vozidel prováděny ve dvouletých intervalech. Jedná-li se o nové vozidlo, kontrola se provádí poprvé po čtyřech letech. Nedílnou součástí této kontroly je i zkouška brzdové soustavy.

Právě zkouška brzdové soustavy ve stanici STK je podstatou následné praktické části této práce. Proto by nyní mělo být popsáno, co kontroly technického stavu vozidel zahrnují, jak se při jejich provádění postupuje a jaké možné závady mohou tyto kontroly odhalit. Přestože byly některé z možných závad již popsány, v této podkapitole by bylo příhodné uvést, jaký je jejich dopad na další provozuschopnost a technickou způsobilost vozidla.

3.2.1 Hodnocení technického stavu vozidla

Aby bylo možné provést vlastní hodnocení technického stavu daného vozidla, nejdříve je třeba posoudit funkčnost a technický stav jednotlivých částí brzdového ústrojí. To lze provést na základě výsledků technické kontroly, a to podle následující klasifikace: lehká závada (A), vážná závada (B), nebezpečná závada (C).

Na základě tohoto vyhodnocení vozidlo může být:

- a) Technicky způsobilé** dalšímu provozu, a to v případě, že nebyly zjištěny žádné závady nebo pouze závady lehké (A). Odstranění tohoto druhu závad může majitel vozidla provést pouze ve vlastním zájmu.
- b) Dočasně technicky způsobilé** dalšímu provozu, a to pokud byla zjištěna pouze jedna nebo více vážných závad (B), ale žádná nebezpečná závada (C). Majitel vozu musí zjištěné závady co nejdříve odstranit a vůz nechat znovu prověřit

technickou prohlídkou, a to nejpozději do tří měsíců od zjištění. Pokud tak majitel neučiní, stává se vůz provozu nezpůsobilý, tzn. spadá do následující kategorie.

c) Technicky nezpůsobilé dalšímu provozu. K tomu dojde, byla-li zjištěna jedna nebo více nebezpečných závad (C). Vozidlo v takovém případě nesmí zasáhnout do provozu, dokud nebudou závady odstraněny.

V případě, že bude technická prohlídka opakována do třiceti kalendářních dní, budou kontrolovány pouze závady zjištěné při předchozí prohlídce. V ostatních případech se provádí technická prohlídka v celém rozsahu.

Tyto kategorie další technické způsobilosti vozidla budou nyní přiřazeny ke konkrétním závadám, se kterými se při kontrole brzdové soustavy lze setkat.

3.2.2 Závady zjišťované v STK a jejich vliv na technickou způsobilost vozidla

Účinek provozní brzdy

Je zjišťován pomocí válcové zkušební brzd. Možnou závadou může být, že vozidlo nedosáhne předepsaného brzdného účinku, aniž by byla překročena nejvyšší přípustná ovládací síla. Jedná se o nebezpečnou závadu, takže bude vozidlo technicky nezpůsobilé.

Souměrnost působení brzd

Za účelem ověření souměrnosti působení brzd se využívají výsledky měření brzdných sil na válcové zkušebně, kde je za závadu považováno, že účinek brzd na protilehlých kolech téže nápravy není souměrný, rozdíl brzdných sil na obvodu těchto kol je tedy větší než 30 %. Také se jedná o nebezpečnou závadu a vozidlo se stává technicky nezpůsobilým.

Odstupňovatelnost provozní brzdy

Při zkouškách účinku brzd na válcové zkušebně se zároveň ověřuje, zda je provozní brzdění odstupňovatelné. Správná odstupňovatelnost provozní brzdy se zkontroluje ověřením přibližné úměrnosti brzdné síly se silou ovládací. Jestliže není účinek brzd jemně odstupňovatelný, jedná se o závadu vážnou a vozidlo je dočasně technicky způsobilé.

Činnost posilovače brzd

Činnost posilovače brzd se ověřuje na válcové zkušebně tak, že se porovnájí výsledky z měření brzdných sil v závislosti na ovládací síle s vyřazeným posilovačem a s posilovačem v činnosti. Možné závady jsou, že posilovač narušuje odstupňovatelnost brzdného účinku

nebo se jeho činnost vůbec neprojevuje. Obě tyto závady jsou hodnoceny jako vážné a vozidlo je tedy dočasně technicky způsobilé.

Zdvih pedálu provozní brzdy

Při kontrole zdvihu pedálu provozní brzdy se využívá poznatků ze zkoušky brzd na válcové zkušebně. Mrtvý chod pedálu se ověřuje sešlápnutím pedálu brzdy o délku zdvihu potřebnou k vyvolání brzděného účinku. Jestliže sešlápnutí odpovídá intenzivnímu brzdění, ověří se tím rezervní vůle dorazu pedálu. Velikost mrtvého chodu a rezervní vůle pedálu se posuzuje podle jednotlivých případů. Za závadu lehkého typu se považuje, jestliže chybí pryžové obložení pedálu nebo je mrtvý chod brzdy podstatně menší nebo větší, než uvádí výrobce vozidla. Mezi vážné závady se řadí, jestliže je pedál deformovaný nebo jsou v uložení pedálu nadměrné vůle. Do tohoto druhu závad se také řadí případy, kdy je rezervní vůle při úplném sešlápnutí pedálu brzdy malá. Vozidlo bude technicky nezpůsobilé, když se při prvním intenzivním sešlápnutí brzdový pedál prošlápně až na doraz, tedy na podlahu. Jedná se tedy o závadu nebezpečnou.

Účinek parkovací brzdy

Účinek je v případě parkovací brzdy zjišťován na válcové zkušebně. Ověřuje se ihned po dokončení zkoušky provozní brzdy té nápravy, na kterou působí i brzda parkovací. Jestliže některé z kol vozidla ovládané parkovací brzdou nedosáhne požadovaného účinku, jedná se o závadu nebezpečnou a vozidlo se tedy stává technicky nezpůsobilým.

Zdvih páky parkovací brzdy

Je-li záměrem ověřit správný zdvih parkovací brzdy, pak je třeba zjistit, při jakém zdvihu začíná parkovací brzda působit a zda lze parkovací brzdou spolehlivě zajistit v kterékoli pracovní poloze. Když parkovací brzdou nelze snadno odjistit, chybí nebo není funkční signalizace činnosti brzdy anebo má ovládací páka parkovací brzdy nadměrně velký mrtvý chod, jedná se o závadu vážnou. Nelze-li ovládací páku parkovací brzdy spolehlivě zajistit v pracovní poloze, řadí se tato závada mezi nebezpečné a vozidlo je tudíž technicky nezpůsobilé.

Převody parkovací brzdy

V průběhu kontroly převodů parkovací brzdy, mezi něž patří například páky, táhla, lanovody a ocelová lana, se provádí prohlídka stavu těchto dílů a dále se ověřuje činnost jednotlivých převodů. Jako lehká závada jsou hodnoceny případy, kdy se při brzdění nebo odbrzdění vozidla projevuje drhnutí některých dílů zaviněné nedostatkem maziva, korozí

nebo usazenými nečistotami. Za vážnou závadu je považována skutečnost, kdy je některý z dílů převodu parkovací brzdy poškozený nebo silně narušený korozí, ale také situace, kdy nejsou některé z dílů převodu brzdy správně upevněné, spojené a zajištěné. Může se také stát, že kola vozidla trvale přibrzdí. Tento druh závady se řadí do kategorie závad nebezpečných.

Těsnost brzdové soustavy

Za účelem kontroly těsnosti brzdové soustavy se provádí prohlídka všech přístupných dílů, spojovacích hadic a potrubí. Těsnost se kontroluje i při sešlápnutém pedálu provozní brzdy. Za nebezpečnou závadu je považováno, když ze soustavy kapalinových brzd uniká brzdová kapalina.

Brzdové hadice a potrubí

Stav brzdových hadic a potrubí se ověřuje prostřednictvím vizuální prohlídky, která je obdobná jako u předešlého případu. Jestliže jsou potrubí nebo hadice poškozené, ale dosud nedochází k úniku ovládacího média, nebo nejsou na některém místě dostatečně upevněné, popřípadě správně vedené a při jízdě se dostávají do styku s jinými částmi vozidla, jsou tyto závady hodnoceny jako vážné.

Brzdové obložení

Stav brzdového obložení je kontrolován pouze u vozidel, u nichž lze tuto kontrolu provést bezdemontážním způsobem, například využitím kontrolních otvorů ve štítech bubnových brzd. Neodpovídá-li tloušťka brzdového obložení některé kolové brzdy minimální přípustné hranici, jedná se o závadu vážnou.

Kotouče a bubny brzd

Kotouče a bubny se kontrolují vizuálně, pokud je to možné. Na ovalitu nebo jiné nerovnosti činných ploch upozorní výsledek zkoušky brzd na válcové zkušebně. Za závadu vážného typu je považováno, když buben některé brzdy vykazuje nadměrnou ovalitu. Pokud je kotouč nebo buben některé brzdy nadměrně zeslabený, nebo je nadměrně popraskán či vydřen, jedná se o závadu nebezpečnou a vozidlo je tudíž technicky nezpůsobilé.

Brzdová kapalina

Další nezbytnou záležitostí, kterou je třeba podrobit kontrole, je stav brzdové kapaliny, tedy její teplota varu. Ta se u vozidel s kapalinovými brzdami ověřuje speciálním přístrojem. Vzorek kapaliny se odebere z vyrovnávací nádržky a prohlídkou vzorku se zároveň ověří, jestli v kapalině nejsou mechanické nečistoty. Pokud dojde k nálezům nečistot nebo sraženin v brzdové kapalině, pak se jedná o závadu vážného typu. Mezi další vážné závady se řadí

i nedostatečné množství kapaliny, chybějící uzávěr nádobky, nebo je-li teplota varu brzdové kapaliny nižší než 140 °C. Když se teplota varu brzdové kapaliny nachází v rozsahu od 140 °C do 155 °C, jedná se o závadu lehkého typu a vozidlo je technicky způsobilé.

Protiblokovací systémy (ABS)

Kontrola těchto systémů se provádí vizuálně. V jejím průběhu se ověřuje funkce výstražné signalizace a mechanický stav snímačů. Pokud je výstražná signalizace protiblokovacího systému vadná, signalizuje závadu v systému, nebo pokud jsou snímače zařízení mechanicky poškozené, jedná se o závadu vážnou.

4. VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Způsoby diagnostiky jednotlivých závad a příslušné diagnostické nástroje – v případě STK tedy válcová zkušebna pomaloběžná – již byly zmíněny u jednotlivých závad v teoretické části. Nyní by bylo vhodné zaměřit se na princip fungování již zmíněné válcové zkušebny pomaloběžné, na které bylo vlastní měření ve stanici STK prováděno.

4.1 Válcová zkušebna pomaloběžná

V současné době se jedná o nejrozšířenější nástroj pro souhrnnou kontrolu brzd. Hlavní výhodou je možnost rychlého měření, které není závislé na vnějších vlivech prostředí. Měření jsou vcelku snadná, může je provádět pouze jediný mechanik. Navíc se dají lehce opakovat a výsledky měření vykazují značnou shodu.

Hlavní nevýhodou tohoto typu měření je poměrně velká pořizovací cena zařízení a také investice vynaložené na jeho provoz. Dále je bezesporu nevýhodou, že se obvykle měří při nízkých rychlostech jízdy do 5 km/hod, což plně neodpovídá podmínkám, kterým bude vozidlo vystaveno ve skutečném provozu.

Na válcových zkušebnách pomaloběžných se měří brzděné síly na obvodech jednotlivých kol. Účinek brzdění je hodnocen na základě zbrzdění. Pro toto zbrzdění existuje následující vzorec:

$$z = \frac{\sum F_B}{G} \cdot 100 = \frac{\sum F_B}{m \cdot g} \cdot 100 (\%)$$

$\sum F_B$ – součet brzděných sil všech kol, zjištěných na zkušebně (N)
 G – tíha vozidla, tj. \sum nápravových sil (N)
 m – celková hmotnost vozidla při zkoušce (včetně řidiče) (kg)
 g – gravitační zrychlení (m/s^2)

Vzorec 1 Vyhodnocení účinků brzd – zbrzdění [6]

Kde F_B je dáno následujícím vztahem:

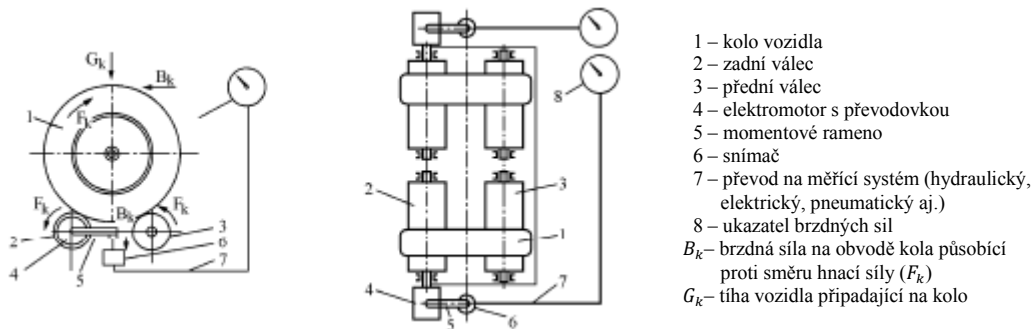
$$F_B = m \cdot a (N)$$

a – brzděné zpomalení (m/s^2)
 m – celková hmotnost vozidla (včetně váhy řidiče) (kg)

Vzorec 2 Brzděná síla [6]

Válcová zkušebna je tvořena dvěma páry hnacích válců, které se většinou umísťují pod úroveň podlahy. Válcové jsou v rámu uloženy tak, aby se mohly volně otáčet. Každý pár válců je poháněn vlastním elektromotorem, který ovšem nepohání oba válce, ale pouze jeden z nich. Druhý válec se uvede do pohybu pomocí válečkového řetězu přenášejícího hnací moment od prvního válce. Do prostoru mezi elektromotorem a poháněným válcem je uložena převodová skříň se stálým redukčním převodem. Převodovka však není pevně připevněna k rámu, což umožňuje

její natáčení kolem její podélné osy, která je stejná s osou poháněného válce. Na převodovou skříň je upevněno momentové rameno, jehož druhá strana působí na snímač tlakové síly.



Obrázek 12 Válcová stolice pro měření brzdných sil [6]

Při měření brzdné síly na válcové zkušebně se ve většině případů postupuje následovně: S vozidlem, které je podrobováno zkoušce, se najede na válce zkušebny a na pedál brzdy se umístí snímač ovládací síly, tzv. pedometr. Poté se spustí pohon válců a pomalu se sešlapuje brzdový pedál, aby se postupně zvětšovala ovládací síla. Na displeji zkušebního zařízení je zobrazována velikost brzdné síly na obvodu všech brzděných kol. U modernějších zkušeben jsou hodnoty ovládací síly působící na pedál a také hodnoty brzdné síly na obvodu každého brzděného kola, které ovládacím silám odpovídají, ukládány do paměti. Ovládací síla je zvyšována až do dosažení předepsané brzdné síly na obvodu kol nebo dosažení maximální hodnoty ovládací síly (490 N) na brzdový pedál či do okamžiku zjevného prokluzování kol na válcích. Poté se obdobným způsobem postupuje také u dalších náprav. Dále se kontroluje funkčnost ruční brzdy.

Na válcové zkušebně je zjišťována závislost brzdné síly na síle ovládací a výsledky jsou pak znázorněny v tzv. charakteristice brzdy kola. Podle výsledného tvaru charakteristiky lze určit brzdny účinek. Jejím porovnáním s charakteristikou, která je typická pro daný automobil, je navíc možné určit případné závady na brzdové soustavě. Při zkoušce se bere v úvahu brzdění i odbrzd'ování a výsledkem je typická hysterezní smyčka. Zkouška se provádí jak při zapnutém, tak i odpojeném posilovači brzd.

Druhým možným výstupem zkoušky je charakteristika závislosti brzdné síly na čase, který byl použit pro účely mého měření. Průběh této zkoušky se liší pouze tím, že se na brzdový pedál neumísťuje pedometr.

4.2 Výsledky měření

Pro vlastní měření jsem se rozhodl použít výsledků zkoušek souměrnosti brzd a celkové brzdné síly z STK a poté ověřit, jaký vliv mohou mít tyto výsledky na účinek provozní brzdy v běžném provozu.

Měření probíhalo na pomaloběžné válcové zkušebně s typovým označením MRP/RA4-80. Zařízení je homologováno pro použití v STK. Řídicí jednotka tohoto zařízení je vybavena barevným monitorem a počítačem, který pracuje na bázi běžného počítače. V průběhu testu se na monitoru zobrazují hodnoty nesouměrnosti brzdných sil, kdy jsou vyhovující hodnoty značeny zelenou barvou a hodnoty, které nevyhovují, barvou červenou. Pomocí tenzometrických snímačů může zařízení rychle reagovat na změny brzdných sil. Výsledky měření, včetně grafů, je možno ukládat do databáze.

Dvoudenní měření proběhlo v STK Rychnov nad Kněžnou. Každá ze zkoušek se skládala ze dvou částí. Nejprve se provádělo měření přední nápravy s vypnutým motorem, takže byl posilovač brzd mimo činnost, a s nastartovaným motorem, aby se ověřila i funkčnost posilovače. Druhá část byla obdobná, měřila se však kola zadní nápravy a navíc byla provedena kontrola ruční brzdy, která ale nebude součástí mého hodnocení.

Kontrola brzd v STK ukáže rozdíl souměrnosti a velikost brzdné síly. Zmíněná souměrnost se vypočítá podle následujícího vztahu:

$$N = \frac{F_{B1} - F_{B2}}{F_{B1}} \cdot 100 (\%)$$

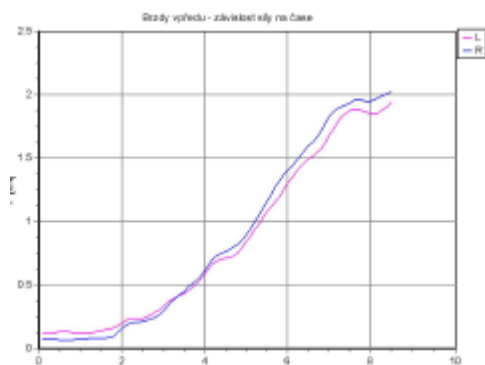
F_{B1} – větší brzdná síla (na jedné straně nápravy) (N)
 F_{B2} – menší brzdná síla (N)

Vzorec 3 Souměrnost působení brzd [6]

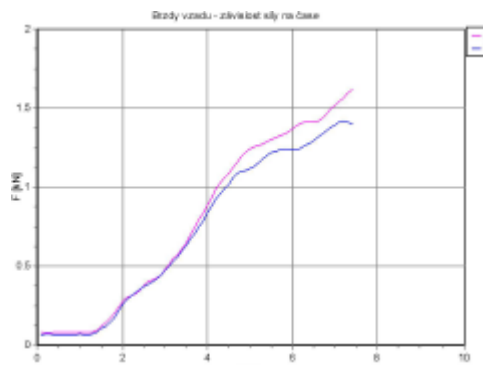
U souměrnosti je povolena hodnota nesouměrnosti 30 %, ale i hraniční hodnoty ukazují na problém, ať už s obložením, kotouči nebo jinou součástí. Ten může vyústit v poruchu a v krajním případě až v nehodu. Jak lze odvodit z příložených protokolů, nesouměrnost levého a pravého kola negativně ovlivňuje brzdný účinek, a to i v případě, že vozidlo „vyhovělo“ zkoušce. Takovéto zhoršení s sebou může nést např. vyšší riziko nedobrzdní při nedodržení dostatečného odstupu. Se zvyšující se nesouměrností mezi levým a pravým kolem roste také čas potřebný k zastavení vozidla, tím pádem roste také brzdná dráha. Souměrnost brzdění kol na levé a pravé straně je velmi důležitá také v zimě, protože na kluzké, zasněžené nebo zledovatělé vozovce je při brzdění větší riziko smyku vozidla. To vše má negativní vliv na bezpečnost provozu – čím vyšší je nesouměrnost, tím vyšší je riziko nehody v důsledku nedobrzdní.

Vozidla, která byla předmětem měření, představují kompletní vzorek vozidel, která se ve výše zmíněných dvou dnech na technickou prohlídku dostavila. Vzorek zahrnuje následujících deset vozidel.

První měření



Obrázek 13 Brzdy vpředu – závislost síly na čase



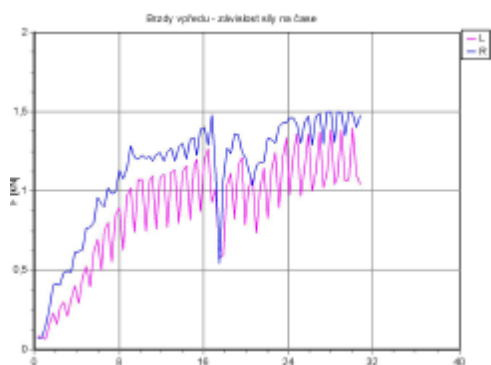
Obrázek 14 Brzdy vzadu – závislost síly na čase

Prvním měřeným vozidlem byla Škoda Fabia (r. v. 2007) a jak je vidět v prvním grafu (Obrázek 13), při takřka rovnoměrném účinku levého a pravého předního kola jsou síly na levém a pravém kole téměř stejné.

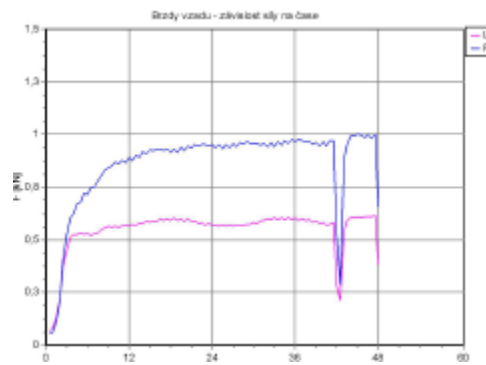
Na druhém grafu (Obrázek 14) je situace podobná, ale už i nepatrné vychýlení se projevuje na tvaru výslednic sil levého a pravého kola a to se projeví na čase, který bude třeba k zastavení vozidla.

Dále je možno na obou grafech pozorovat, že není důležitá pouze souměrnost levého a pravého kola téže nápravy – významně se projevuje také přerozdělení brzdných sil mezi přední a zadní nápravou. Například v tomto případě jsou hodnoty samostatně pro přední nápravu a samostatně pro zadní nápravu velmi dobré. Ve výsledku však celková síla provozní brzdy nijak oslnivé číslo nevykazuje – je to pouhých 6,98 kN. Při počítání s minimálním přípustným zbrzděním, které je pro provozní brzdu dle zákona v České republice $4,9 \text{ m/s}^2$, a s hmotností vozidla, která je 1 160 kg, bude minimální brzdná síla pro toto vozidlo činit 5,68 kN. Zkoušené vozidlo tedy přesahuje požadovanou mez brzdné síly o 18,62 %.

Druhé měření



Obrázek 15 Brzdy vpředu – závislost síly na čase



Obrázek 16 Brzdy vzadu – závislost síly na čase

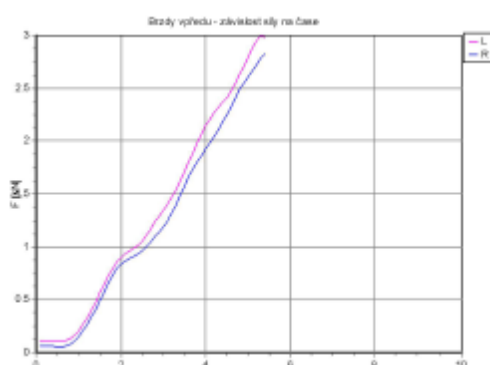
Druhým měřeným vozidlem byla Škoda Forman. Z protokolu z válcové zkušebny pro toto vozidlo jasně vyplývá, jak významný vliv má souměrnost sil mezi levým/pravým kolem a přední/zadní nápravou. Konkrétně toto vozidlo zkoušku nesplnilo, protože hodnoty sil zadní nápravy překračovaly povolenou procentuální hodnotu difference 30 %.

Jak je z grafu zadní nápravy (Obrázek 16) patrné, brzdná síla levého kola je silně redukována, takže se nejspíše jedná o zamaštěné brzdové obložení, které může být následkem netěsných brzdových válečků. Tato netěsnost může mít příčinu v pryžových těsnicích kroužcích, které vlivem stáří zpuchřely. Brzdové obložení je také značně opotřebované, což znázorňují vruby na diagramu. Tyto vruby, a tedy i zmiňované opotřebování, mohou mít svůj původ v ovalitě bubnu. Více opotřebované obložení je na pravém kole, které vykazuje větší brzdnou sílu, ale v důsledku opotřebování brzdového obložení až na kovovou část. Možným řešením všech výše zmíněných problémů by byla výměna brzdových válečků a brzdového obložení, případně výměna samotného bubnu.

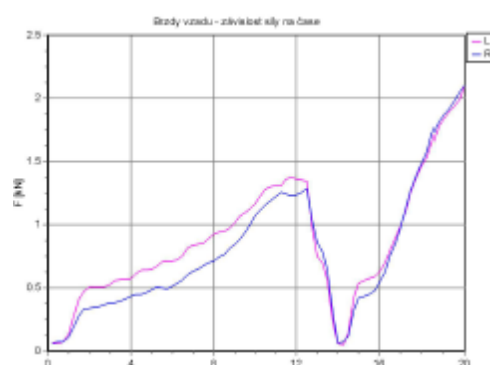
Také vysoký nepoměr mezi levým/pravým kolem přední nápravy dává výslednicím sil v grafu (Obrázek 15) příslušný tvar naznačující neplynulé brzdění. Výrazné vruby na tomto grafu ukazují na házivost kotoučů. Ta může být způsobena jejich zkroucením, ke kterému dojde rychlou a výraznou změnou teploty, např. při projetí kaluží s kotouči, které jsou v daný moment přehřáté. Vhodným řešením je výměna kotoučů spolu s brzdovým obložением.

Značně nevyrovnaný je také poměr sil mezi přední a zadní nápravou. Celková brzdná síla provozní brzdy je tedy pouhých 4,46 kN, a to pro počítanou hodnotu hmotnosti 930 kg představuje o 2,2 % menší sílu, než je hodnota minimální brzdné síly, což představuje velmi nízký brzdový účinek, který vystavuje řidiče tohoto automobilu i ostatní účastníky silničního provozu značnému riziku. Z tohoto důvodu je vozidlo až do úspěšného absolvování zkoušky na válcové zkušebně nezpůsobilé dalšímu provozu.

Třetí měření



Obrázek 17 Brzdy vpředu – závislost síly na čase

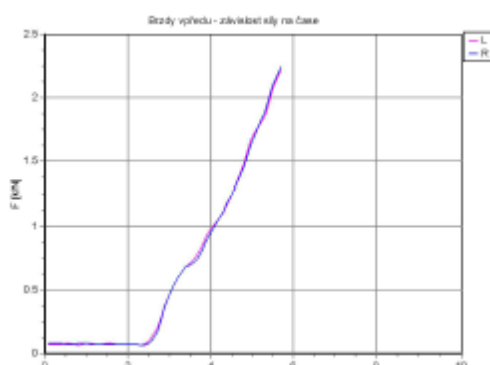


Obrázek 18 Brzdy vzadu – závislost síly na čase

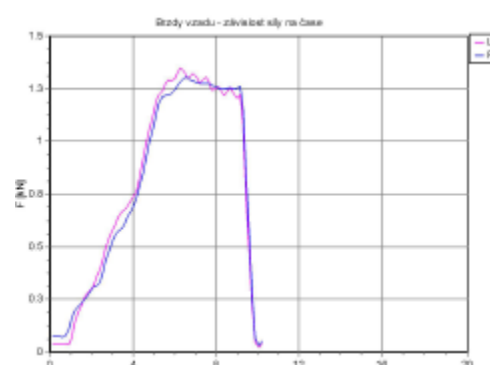
Třetím měřeným vozidlem byla Škoda Octavia. Na těchto grafech lze, na rozdíl od grafů předchozích, pozorovat nejen velmi dobrou procentuální souměrnost mezi levým a pravým kolem přední nápravy (Obrázek 17) a levým a pravým kolem zadní nápravy (Obrázek 18), ale také podobné hodnoty sil u přední a zadní nápravy.

To znamená, že souměrnost dosahuje dobré hodnoty ve všech směrech. Tomu odpovídá také celková síla provozní brzdy, která činí 10 kN. Pro počítanou hmotnost vozidla 1 325 kg se jedná o 35,1 % větší brzdou sílu, než je hodnota síly přípustné.

Čtvrté měření



Obrázek 19 Brzdy vpředu – závislost síly na čase



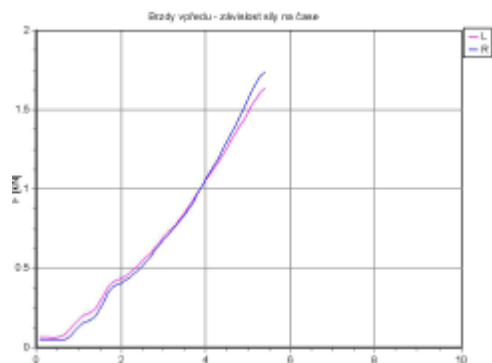
Obrázek 20 Brzdy vzadu – závislost síly na čase

Čtvrtým měřeným vozidlem byl Peugeot 206. Z grafu pro přední nápravu (Obrázek 19) je vidět, že souměrnost levého a pravého kola je téměř totožná a tomu odpovídají i hodnoty brzdných sil, které jsou velmi vysoké. Celková síla pro přední nápravu tedy činí 4,45 kN.

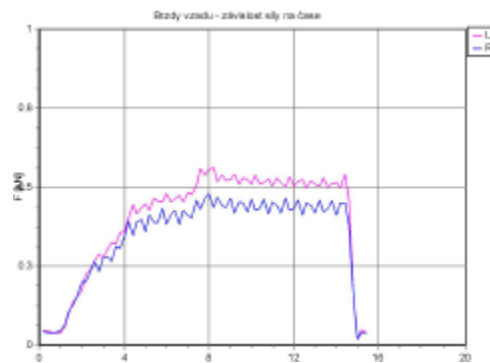
Také souměrnost zadní nápravy (Obrázek 20) je velmi dobrá, ale brzdné síly levého i pravého kola nijak oslnivá čísla nevykazují. Brzdná síla zadní nápravy je tedy pouhých 2,63 kN, ale brzdný účinek zadní nápravy je menší než přední z důvodu bezpečnosti

a stability vozidla. Celková brzdná síla vozidla je 7,08 kN, hmotnost zkoušeného vozidla 1 070 kg, což činí o 25,99 % větší brzdou sílu, než je přípustné. Z toho vyplývá, že vozidlo má velmi dobré brzdné vlastnosti.

Paté měření



Obrázek 21 Brzdy vpředu – závislost síly na čase

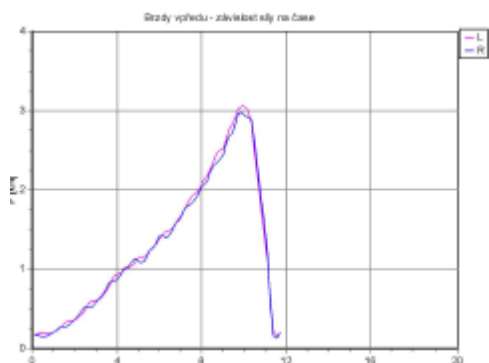


Obrázek 22 Brzdy vzadu – závislost síly na čase

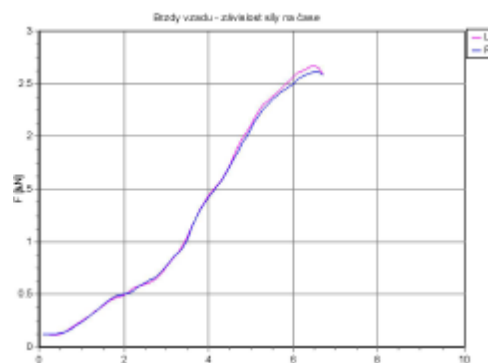
Pátým měřeným vozidlem byl Peugeot 106, u kterého je – stejně jako u předchozího vozidla – souměrnost brzd přední nápravy (Obrázek 21) velmi dobrá.

Naproti tomu zadní náprava (Obrázek 22) vykazuje velmi nízké hodnoty brzdných sil levého i pravého kola. Ještě větší míru opotřebení je možné sledovat na pravém kole. Důvodem těchto nízkých hodnot brzdných sil může být ovalita bubnů způsobující házivost. To se projevuje na vyšší hodnotě nesouměrnosti brzd, která ovšem ještě nepřekračuje povolenou 30% hranici difference. Projeví se to ovšem na celkové brzdné síle vozidla, která je pro uvažovanou hmotnost 890 kg pouze o 2,2 % vyšší, než je hodnota minimální brzdné síly. Takže i když měřené vozidlo vyhovělo zkoušce brzd na technické prohlídce, bylo by vhodné brzdy podrobit důkladnější prohlídce a případně opravě, aby nedošlo k ohrožení bezpečnosti provozu. Příkladem možné opravy je výměna bubnu spolu s brzdovým obložením.

Šesté měření



Obrázek 23 Brzdy vpředu – závislost síly na čase

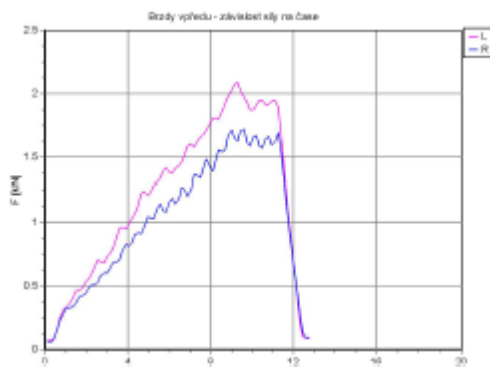


Obrázek 24 Brzdy vzadu – závislost síly na čase

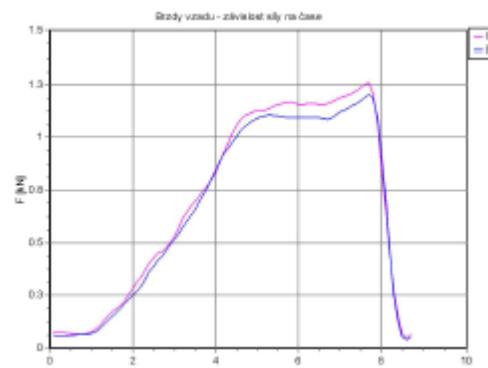
Šestým měřeným vozem byl VW Caddy. I na těchto grafech lze pozorovat velmi dobrou procentuální souměrnost mezi levým/pravým kolem přední nápravy (Obrázek 23) a levým/pravým kolem zadní nápravy (Obrázek 24), ale také podobné hodnoty sil u přední a zadní nápravy.

To znamená, že i zde souměrnost dosahuje dobré hodnoty ve všech směrech. Tomu odpovídá také celková síla provozní brzdy, která činí 11,32 kN. Hmotnost měřeného vozidla je 1 755 kg, takže brzdná síla vozidla je o 24,03 % větší než mezní hodnota brzdné síly.

Sedmé měření



Obrázek 25 Brzdy vpředu – závislost síly na čase

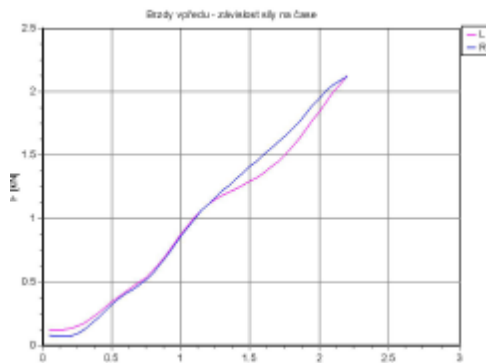


Obrázek 26 Brzdy vzadu – závislost síly na čase

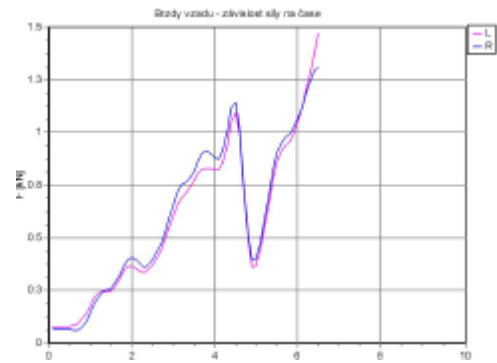
Sedmým měřeným vozidlem byl Fiat Punto. U přední nápravy (Obrázek 25) je souměrnost hraniční a brzdná síla pravého kola je o dost nižší, nejspíše z důvodu opotřebení brzdového obložení. Řešením by tedy byla výměna brzdového obložení za nové. U zadní nápravy (Obrázek 26) lze pozorovat velmi dobrou hodnotu souměrnosti.

Celková síla provozní brzdy je nízká – pouhých 6,16 kN. Počítaná hmotnost vozidla je 1 035 kg. Brzdný účinek je větší než velikost minimální brzdné síly, a to o 17,69 %.

Osmé měření



Obrázek 27 Brzdy vpředu – závislost síly na čase

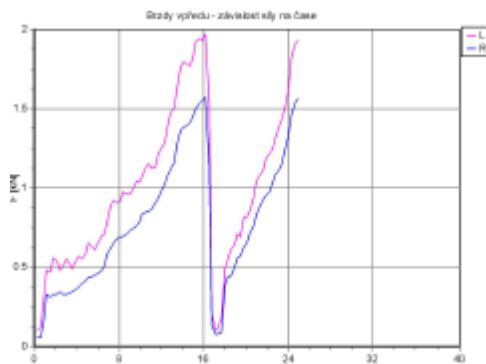


Obrázek 28 Brzdy vzadu – závislost síly na čase

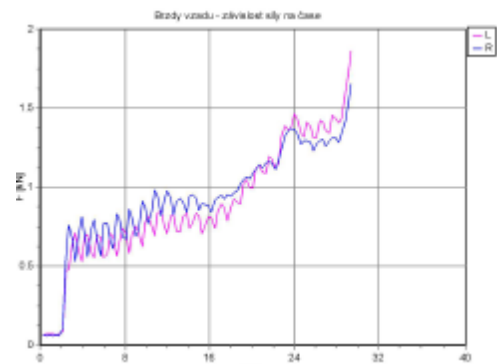
Osmým měřeným vozidlem byla Škoda Fabia (r. v. 2009). Jak je vidět na prvním grafu (Obrázek 27), průběh brzdných sil levého a pravého kola přední nápravy je téměř stejný. Tomu odpovídá nulová nesouměrnost i velmi vysoký účinek brzdné síly, který je 4,25 kN.

Souměrnost brzdných sil kol zadní nápravy (Obrázek 28) už nevykazuje tak výbornou hodnotu jako u nápravy přední, ale i tak je brána jako velmi dobrá. Brzdná síla zadní nápravy je výrazně nižší než na nápravě přední, ale zde je opět důvodem bezpečnost a stabilita vozidla. Pro počítanou hmotnost vozidla 1 050 kg je brzdný účinek o 26,74 % větší, než je minimální požadovaná mez.

Deváté měření



Obrázek 29 Brzdy vpředu – závislost síly na čase

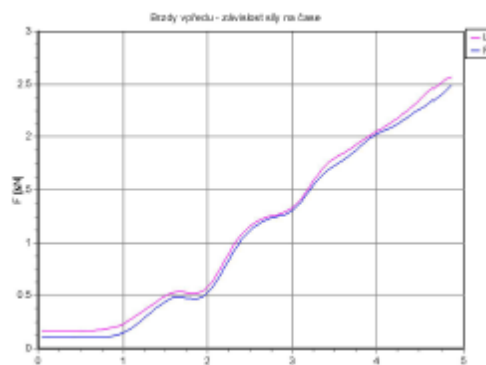


Obrázek 30 Brzdy vzadu – závislost síly na čase

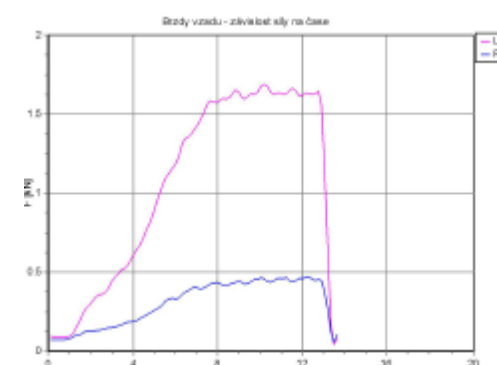
Devátým měřeným vozidlem bylo vozidlo Škoda Roomster a jak je z grafů viditelné, lepších výsledků souměrnosti vykazuje náprava zadní (Obrázek 30), kde je nejen velmi dobrá samotná souměrnost, ale také velikosti brzdných sil levého i pravého kola jsou velmi vysoké – přestože brzdy zadní nápravy vykazují určitou míru házivosti.

Na nápravě přední (Obrázek 29) je souměrnost o dost horší – difference brzdných sil se blíží hraniční hodnotě. Menší brzdná síla je na pravém kole, což se může v provozu projevit, zejména při vyšších rychlostech, stáčením vozidla právě k této straně. Brzdná síla vozidla je opět nižší – 7,13 kN. Pro počítanou hmotnost vozidla 1 200 kg se jedná o 17,53 % větší brzdný účinek, než je účinek minimální.

Desáté měření



Obrázek 31 Brzdy vpředu – závislost síly na čase



Obrázek 32 Brzdy vzadu – závislost síly na čase

Jako poslední bylo měřeno vozidlo VW Polo. Z grafů je zjevně vidět značný rozdíl výsledků souměrnosti mezi nápravou přední a nápravou zadní. U přední nápravy (Obrázek 31) vykazuje souměrnost velmi dobrou hodnotu a i brzdné síly na obou kolech jsou velmi vysoké.

Hodnoty brzdných sil na kolech zadní nápravy (Obrázek 32) naproti tomu velmi výrazně překročily povolenou hodnotu difference 30 %. Dané vozidlo tedy zkoušce nevyhovělo a stalo se technicky nezpůsobilé dalšímu provozu. Jak je z grafu pro zadní nápravu (Obrázek 32) vidět, je to nejspíše zaviněno zamaštěným brzdovým obložením pravého kola, což se projeví silnou redukcí diagramu. Dalším možným důvodem může být přirezlý brzdový váleček. V obou těchto případech je nutné provést výměnu brzdových válečků a obložení.

I přesto, že vozidlo neprošlo zkouškou brzd, vykazuje velmi dobrou celkovou brzdovou sílu, která činí 7,2 kN. Hmotnost vozidla je 1 031 kg a účinek brzdění je o 29,86 % vyšší, než je síla minimální. Takto vysoká hodnota je ovšem výsledkem velmi dobrého stavu brzd na nápravě přední.

Z výsledků vyplývá, že souměrnost je klíčová pro řádný brzdící účinek a tedy pro zajištění bezpečnosti provozu. Nesouměrnosti – mezi levým a pravým kolem téže nápravy nebo mezi přední zadní nápravou – je tedy věnována velká pozornost. I když však vozidlo zkouškou na válcové zkušebně projde, nemusí to znamenat, že je pro běžný provoz stoprocentně bezpečné. Už i nesouměrnost, která sice splňuje zákonný limit, ale značně se mu přibližuje (je tedy hraniční), může znamenat potenciální riziko, ať už je způsobena čímkoli (opotřebením brzdového obložení, kotoučů atd.). Nejenže bude mít vozidlo nižší brzdící účinek, než je příhodné, může navíc docházet k jeho stáčení k jedné straně. Stáčení je nejen nepříjemné z hlediska řidiče, který může mít pocit nedostatečné kontroly nad vozidlem, ale také může v krajních případech způsobit nehodu v podobě střetu s překážkou vyskytující se u boční strany vozidla.

Jak vyplývá ze získaných poznatků, nestandardní stav brzd má svůj podíl na nehodovosti – nelze sice říci, že nejzásadnější, ale technickému stavu brzd by se měla věnovat zvláštní pozornost. Pokud totiž brzdy z jakéhokoli důvodu selžou, důsledky bývají ve většině případů fatální.

4.3 Statistika nehodovosti

V této kapitole jsem se zaměřil na statistiku nehodovosti východočeského kraje za roky 2000 až 2010, které jsem získal od pplk. Petra Sobotky, pracovníka služby dopravní policie Policejního prezidia Policie ČR. Jak je ze statistiky vidět, určitě se nejedná o zanedbatelný počet dopravních nehod, které jsou následkem špatného technického stavu brzdového ústrojí,

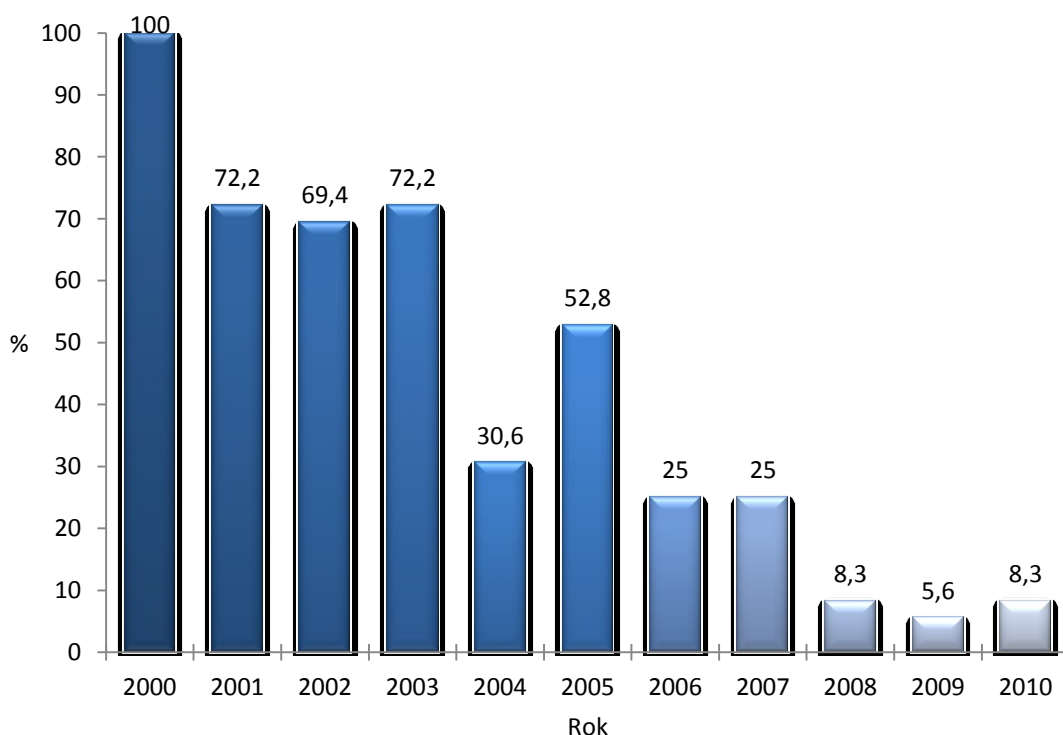
respektive závady provozní brzdy. Samozřejmě, že se v tomto období vyskytly i nehody zapříčiněné neúčinnou nebo nefungující parkovací brzdou, ale pro téměř zanedbatelný počet těchto nehod a také pro větší přehlednost jsem se zaměřil pouze na nehody způsobené brzdou provozní. Pouze pro informaci se jednalo o šestnáct nehod, z toho více než polovina, tedy deset nehod v prvních třech letech. Při těchto nehodách nebyli evidováni žádní zranění.

Tabulka 2 Přehled nehodovosti zaviněné závadou provozní brzdy v letech 2000–2010

Rok	Hradec Králové	Jičín	Náchod	Rychnov nad Kněžnou	Trutnov	Chrudim	Pardubice	Svitavy	Ústí nad Orlicí	Semily	Havlíčkův Brod	Celkem
2000	4	0	1	1	2	5	5	2	2	5	9	36
2001	2	2	3	0	2	2	3	1	3	2	6	26
2002	2	2	2	2	2	5	2	2	2	0	4	25
2003	4	1	0	0	3	2	6	3	1	2	4	26
2004	3	1	0	0	1	0	0	3	1	1	1	11
2005	1	0	3	0	1	1	4	2	0	1	6	19
2006	0	1	3	1	0	0	0	2	0	0	2	9
2007	0	0	1	1	0	2	3	2	0	0	0	9
2008	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3
2009	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
2010	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3

Z tabulky přehledu nehodovosti pro roky 2000 až 2010 jsem vytvořil graf, kde je zaznamenán celkový přehled nehod zapříčiněných závadou provozní brzdy, ke kterým došlo ve východočeském kraji. Jak vyplývá z tabulky výše, počet nehod klesl z 36 nehod pro rok 2000 na 3 nehody pro rok 2010. Jedná se tedy o pokles o 91,7 %, který je znázorněn v grafu níže. Za tímto výrazným poklesem bezpochyby stojí obměna vozového parku, kdy jsou nahrazovány vozy staršího roku výroby, které byly více náchylné na náhlé poruchy brzdového ústrojí, za vozy novějšího data výroby, u kterých se brzdové ústrojí vyrábí z technologicky odolnějších materiálů a které jsou doplněny o diagnostická zařízení pro odhalení závad na brzdovém ústrojí.

Graf 1 Celkový přehled nehodovosti za roky 2000–2010



A protože brzdy jsou na autě to nejdůležitější, nehody, které jsou zaviněny touto příčinou, tedy závadou brzdy provozní, často mívají katastrofální následky. Jak je totiž vidět z následující tabulky, nehody si vyžádaly osm těžce a třicet pět lehce zraněných osob, což není vůbec zanedbatelný počet, a dá se říci, že jenom se štěstím si tyto nehody nevyžádaly žádný lidský život. Jak je z vývoje pro roky 2000 až 2010 patrné, snižující se celkový počet nehod má přímý vliv i na počet těžce i lehce zraněných osob, což je velice přívětivá zpráva. Nebude-li však v tuto chvíli bráno v úvahu to nejdůležitější, tedy bezpečnost osob, důležitým aspektem těchto nehod je také hmotná škoda, která za období těchto jedenácti let překročila hranici dvanácti miliónů.

Tabulka 3 Nehody a jejich následky

Rok	Počet nehod	Usmrceno	Těžce zraněno	Lehce zraněno	Odhad škody (Kč)
2000	36	0	5	8	2 539 500
2001	26	0	0	3	1 688 500
2002	25	0	1	6	980 700
2003	26	0	1	5	2 539 400
2004	11	0	0	5	289 500
2005	19	0	0	4	2 528 600
2006	9	0	1	2	309 000
2007	9	0	0	2	673 400
2008	3	0	0	0	200 000
2009	2	0	0	0	310 000
2010	3	0	0	1	237 000

5. ZÁVĚR

První část této práce je zaměřena na současný stav brzd, které vykazují standardní stav. V současnosti se u automobilů rozlišuje brzda provozní a brzda parkovací, z nichž každá slouží k jinému účelu. Brzdě parkovací samozřejmě nelze upřít určitou míru důležitosti, ale má spíše funkci zajišťovací a v případě její poruchy jsou fatální následky méně pravděpodobné. Obecně lze říci, že větší důraz by měl být kladen na brzdu provozní, protože právě ta se používá při jízdě určitou rychlostí. Pokud jde o provozní brzdy, u moderních automobilů se vyskytují brzdy bubnové a brzdy kotoučové, přičemž lze říci, že brzdy bubnové jsou na ústupu – objevují se převážně na zadních nápravách vozidel staršího data výroby. Důvodem je mimo jiné vyšší účinnost a vyšší výkon brzd kotoučových, tedy vyšší míra bezpečnosti. A co se týká bezpečnosti, výrobci současných automobilů zapojují také dvouokruhové brzdové soustavy, které v případě poruchy poskytují oporu v podobě druhého ze dvou samostatných okruhů. Je-li cílem řidiče ochránit před újmou nejen své vozidlo, ale také sebe a spolujezdce, je třeba věnovat pozornost opotřebením a závadám brzdového ústrojí. Řidiči mají tendenci na opravách a servisu šetřit – brzdy musí ale fungovat za jakýchkoli okolností bezchybně. Jejich pravidelná údržba, kterou většina řidičů nechává na odbornících, by měla být samozřejmostí. Řádný stav brzdové soustavy lze ale zkontrolovat i vlastními silami. Výbornou příležitostí, kromě věnování pozornosti všem nestandardním projevům vozidla, představuje přezouvání na letní či zimní pneumatiky, které vyžaduje demontáž ráfků, což umožní vizuální prohlídku kotoučů či bubnů a obložení.

Ať už se řidič o brzdy svého vozidla pravidelně stará nebo ne, nevyhne se zákonem dané technické prohlídce v STK. V případě této práce jsem použil výstup ze zkoušky na pomaloběžné válcové zkušebně. Tento typ zkoušky má jednu nevýhodu – neprověří chování brzd při vyšších rychlostech. Proto by bylo dobré kombinovat tento typ zkoušky se zkouškou dynamickou a na základě analýzy z těchto dvou zkoušek vyhodnotit stav brzdové soustavy. Ale i přes nedostatky, které malá zkušební rychlost pomaloběžné zkušebny brzd přináší, je určitě lepší provádět vůbec nějakou kontrolu než žádnou.

Jak je vidět z výsledků měření, z deseti zkoušených vozidel neprošla vzhledem k nevyhovujícímu stavu brzd celá jedna pětina. Vezmou-li se v úvahu i vozidla, která se k hraniční hodnotě nesouměrnosti brzd blíží a mohou tedy také představovat potenciální riziko, jedná se už o celou polovinu zkoušených vozidel. Za předpokladu, že by tento dvoudenní vzorek vozidel odpovídal reálnému stavu vozidel v běžném provozu, brzdy by

nemělo v odpovídajícím stavu každé druhé vozidlo. Tento nestandardní stav brzd má samozřejmě nepříznivý dopad také na nehodovost.

Přestože je z uvedeného grafu nehodovosti vidět výrazný pokles nehod – celkem o 33 nehod, což je v procentuálním vyjádření 91,7 % – toto zlepšení určitě není zapříčiněno zlepšujícím se stavem brzd, ale výraznou obměnou vozového parku, tedy postupnou výměnou starších vozidel za vozidla novějšího data výroby. U těch je brzdové ústrojí vyrobeno z technologicky odolnějších materiálů a především jsou tato vozidla doplněna o diagnostické zařízení pro odhalení závad na brzdovém ústrojí.

V neposlední řadě má opotřebení brzd vozidel výrazný vliv zejména na produkci pevných znečišťujících látek. Jedná se o jemný prach, který vzniká při brzdění otěrem brzdového obložení, brzdových bubnů, kotoučů a brzdových destiček. Tyto velmi malé prachové částice mají nepříznivý dopad na životní prostředí. Nepříznivý vliv na životní prostředí může mít také technický stav brzd, který se vlivem nárůstu valivého odporu kola podílí na spotřebě paliva. Zvýšený valivý odpor může být způsoben například ovalitou bubnu, házivostí kotouče nebo závadou brzdových čelistí, jež se nevracejí do původní polohy.

Úplným závěrem by mělo být zdůrazněno, že brzdy jsou na vozidle to nejdůležitější.

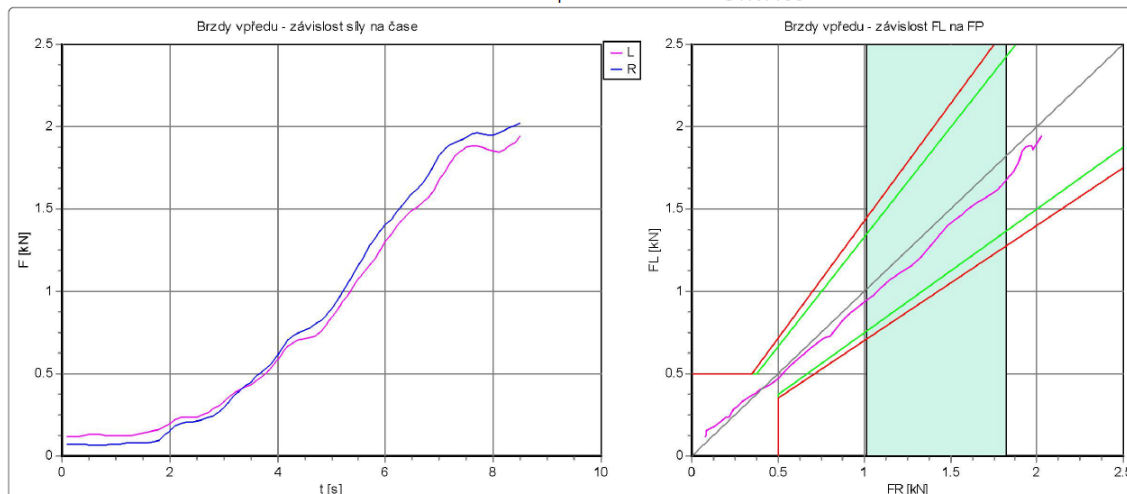
6. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] GILLES, Tim. *Automotive chassis: brakes, suspension and steering*. 1st ed. New York: Thomson Delmar Learning, 2005. ISBN 1-4018-5630-6.
- [2] JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jiří ČUPERA. *Automobily (I)*. 1. vyd. Brno: AVID, 2007. ISBN 978-80-87143-03-2.
- [3] PLŠEK, Bořivoj. *OPRAVY AUTOMOBILŮ Praktická příručka pro údržbu a seřizování vozidla svépomocí*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-1808-5.
- [4] VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2001. ISBN 80-238-6573-0.
- [5] VLK, František. *Podvozky motorových vozidel*. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006. ISBN 80-239-6464-X.
- [6] STODOLA, Jiří. *Diagnostika motorových vozidel*. Sylaby k přednáškám. Brno: VUT, 2003.

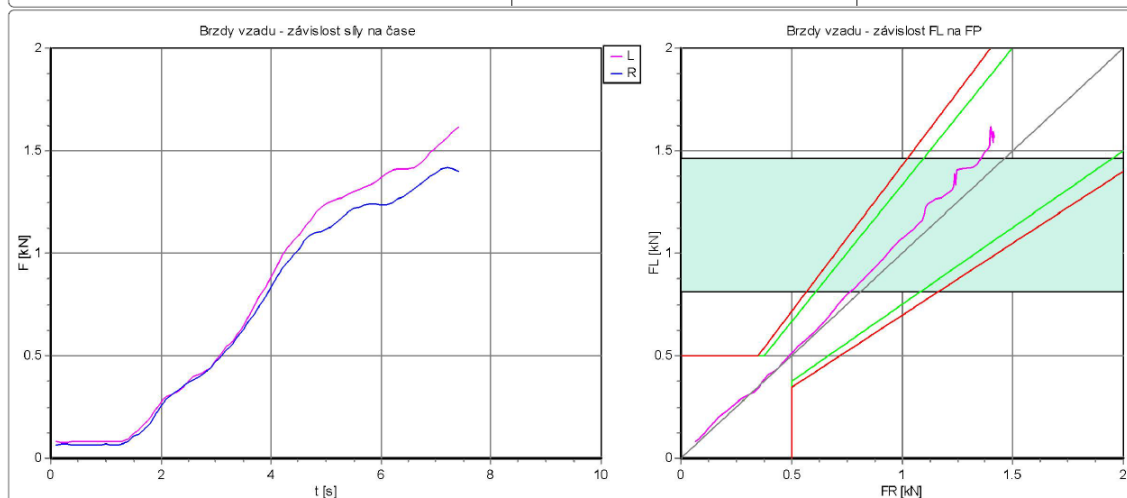
7. PŘÍLOHY

Příloha A <i>Protokol z testu brzd – první měření</i>	53
Příloha B <i>Protokol z testu brzd – druhé měření</i>	54
Příloha C <i>Protokol z testu brzd – třetí měření</i>	55
Příloha D <i>Protokol z testu brzd – čtvrté měření</i>	56
Příloha E <i>Protokol z testu brzd – páté měření</i>	57
Příloha F <i>Protokol z testu brzd – šesté měření</i>	58
Příloha G <i>Protokol z testu brzd – sedmé měření</i>	59
Příloha H <i>Protokol z testu brzd – osmé měření</i>	60
Příloha I <i>Protokol z testu brzd – deváté měření</i>	61
Příloha J <i>Protokol z testu brzd – desáté měření</i>	62
Příloha K <i>Protokol z testu brzd – brzdná síla na síle ovládací</i>	63
Příloha L <i>Válcová zkušebna pomaloběžná</i>	64
Příloha M <i>Testování vozidla na válcové zkušebně</i>	65

Jméno: , , tel.; fax:
 Ulice: SPZ:
 Místo: Výrobce vozidla: ŠKODA
 PSĚ: Typ vozidla: FÁBIA
 Datum / Cas: 18.7.2013 7:50:19 Stav tachometru: 19154
 Císlo karoserie: R.V.2007
 Zarizení / Sw.: , v. 1.83.17 (Build: 0160.9), 2010/06/01, 12:00 Operátor: STK1186



Brzdy vpředu				Vlevo	Vpravo	Náprava			
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%	
Provozní brzda:	1.94	4	2.02	3.96			Hmotnost (stat)	kg	
Prov.b. max.nesoum.:	1.18	9	1.30				Sbíhavost		
Parkovací brzda:					0.24 kN	0.21 kN			



Brzdy vzadu				Vlevo	Vpravo	Náprava			
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%	
Provozní brzda:	1.63	14	1.39	3.02			Hmotnost (stat)	kg	
Prov.b. max.nesoum.:	1.41	11	1.25				Sbíhavost		
Parkovací brzda:	1.54 (b)	13	1.33 (b)	2.87	0.38 kN	0.37 kN			

Celkem		Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda		6.98 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda		2.87 kN		%		%

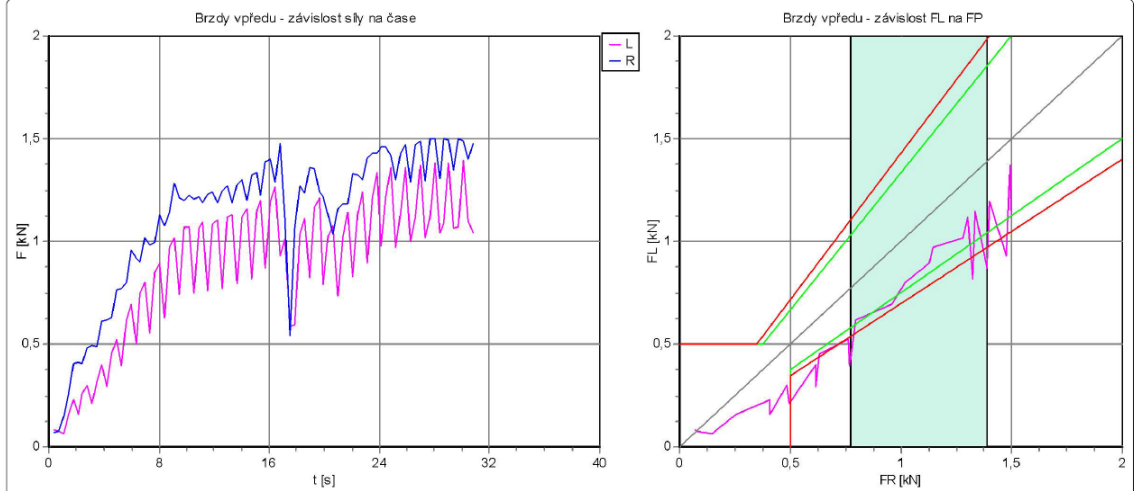
Příloha B Protokol z testu brzd – druhé měření

Roboterm

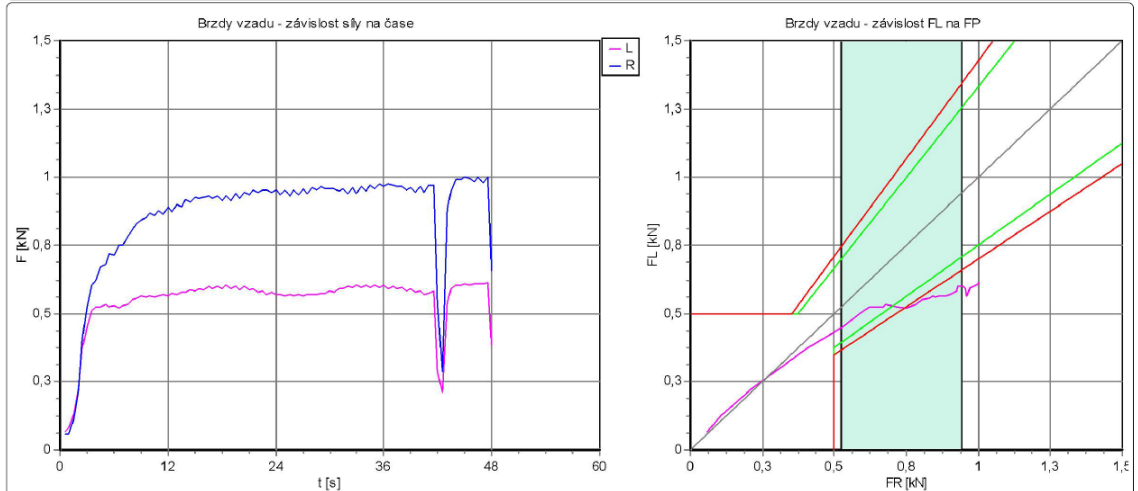
Test brzd

Test: 11146
1 (1)

Jméno: , , tel., fax:
 Ulice: SPZ:
 Místo: Výrobce vozidla: ŠKODA
 PSĚ: Typ vozidla: FORMAN
 Datum / Cas: 18.7.2013 8:14:31 Stav tachometru: 171323
 Zarizení / Sw.: , v. 1.83.17 (Build: 0160.9), 2010/06/01, 12:00 Číslo karoserie: R.V.1994
 Operátor: STK1186



Brzdy vpředu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	1,23	20	1,54	2,77	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	0,44	45	0,80		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:					Pasivní síla	0,28 kN	0,39 kN	Sbíhavost	



Brzdy vzadu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	0,64	39	1,05	1,68	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	0,57	39	0,94		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:	1,48 (b)	7	1,38 (b)	2,87	Pasivní síla	0,37 kN	0,41 kN	Sbíhavost	

Celkem		Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda		4,46 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda		2,87 kN		%		%

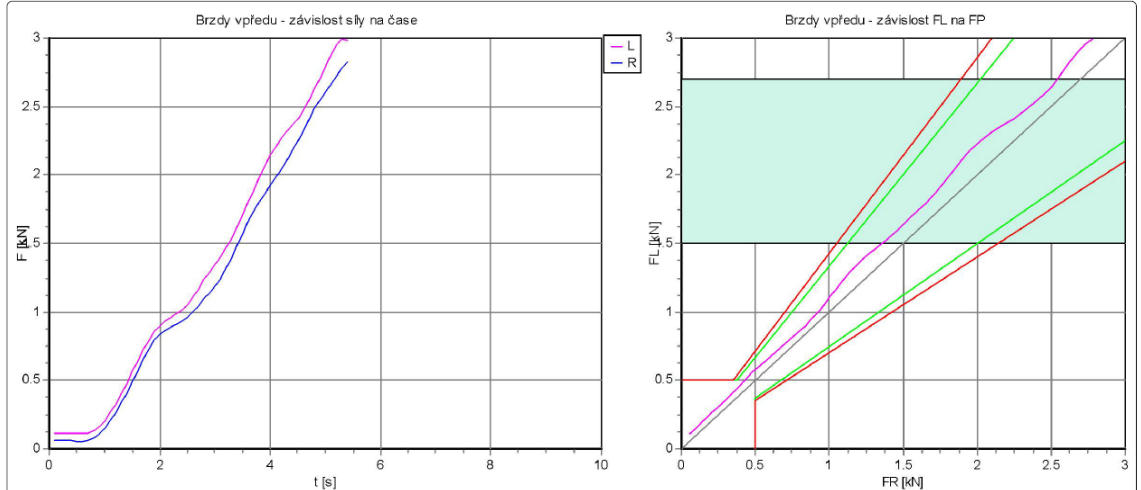
Příloha C Protokol z testu brzd – třetí měření

Roboterm

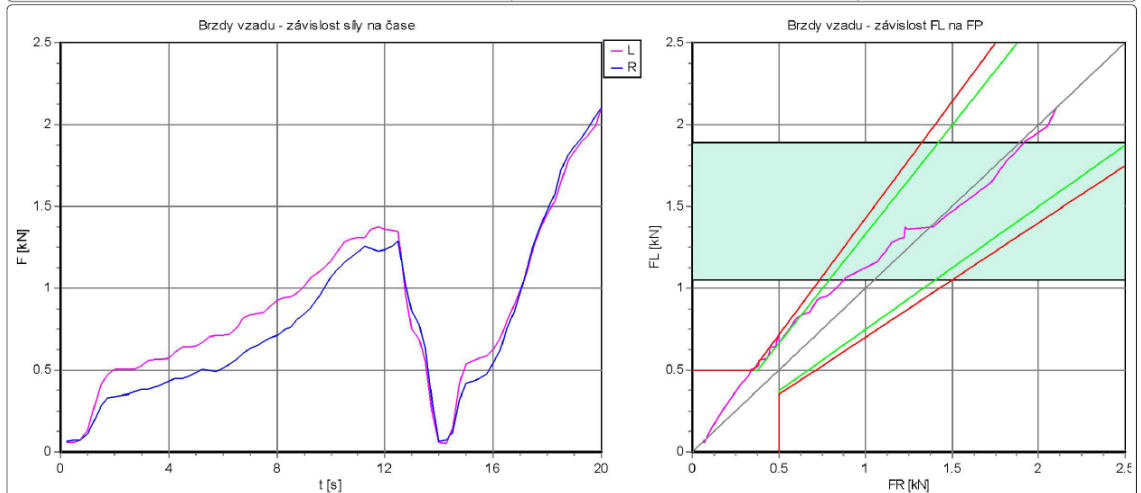
Test brzd

Test: 11146
1 (1)

Jméno: _____, tel., fax: _____
 Ulice: _____ SPZ: _____
 Místo: _____ Výrobce vozidla: ŠKODA
 PSĚ: _____ Typ vozidla: OCTÁVIA
 Datum / Cas: 18.7.2013 9:12:11 Stav tachometru: 215368
 Zarizení / Sw.: .v. 1.83.17 (Build: 0160.9), 2010/06/01, 12:00 Číslo karoserie: R.V.2007
 Operátor: STK1186



Brzdy vpředu				Vlevo (kN)	Dif. (%)	Vpravo (kN)	Náprava (kN)	Vlevo		Vpravo	Náprava	
Provozní brzda:	3.00	6	2.80	5.80	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%			
Prov.b. max.nesoum.:	2.21	10	1.98		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg			
Parkovací brzda:					Pasivní síla	1.02 kN	0.95 kN	Sbíhavost				



Brzdy vzadu				Vlevo (kN)	Dif. (%)	Vpravo (kN)	Náprava (kN)	Vlevo		Vpravo	Náprava	
Provozní brzda:	2.10	0	2.10	4.20	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%			
Prov.b. max.nesoum.:	1.06	17	0.88		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg			
Parkovací brzda:	1.79 (b)	2	1.82 (b)	3.61	Pasivní síla	0.51 kN	0.34 kN	Sbíhavost				

Celkem		Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda		10.00 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda		3.61 kN		%		%

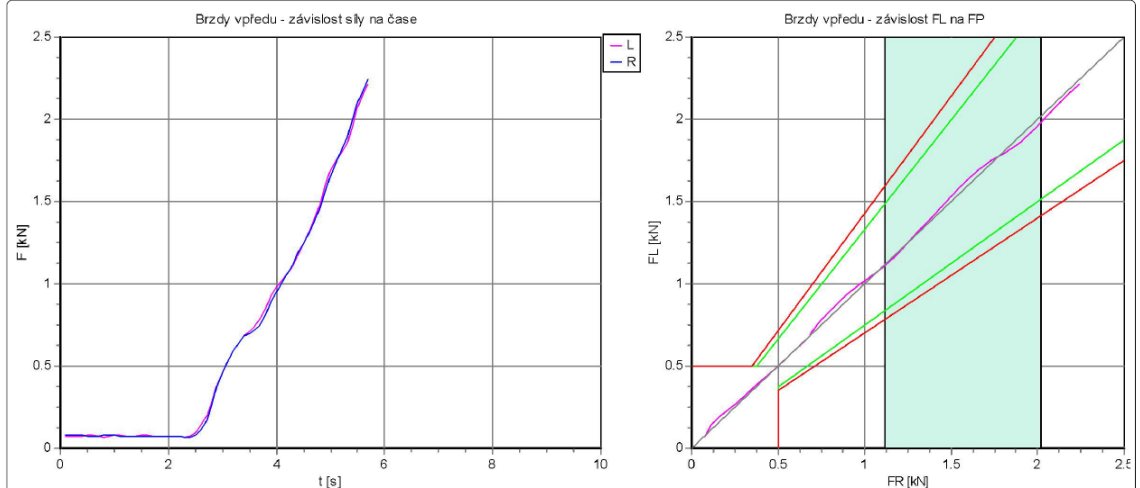
Příloha D Protokol z testu brzd – čtvrté měření

Roboterm

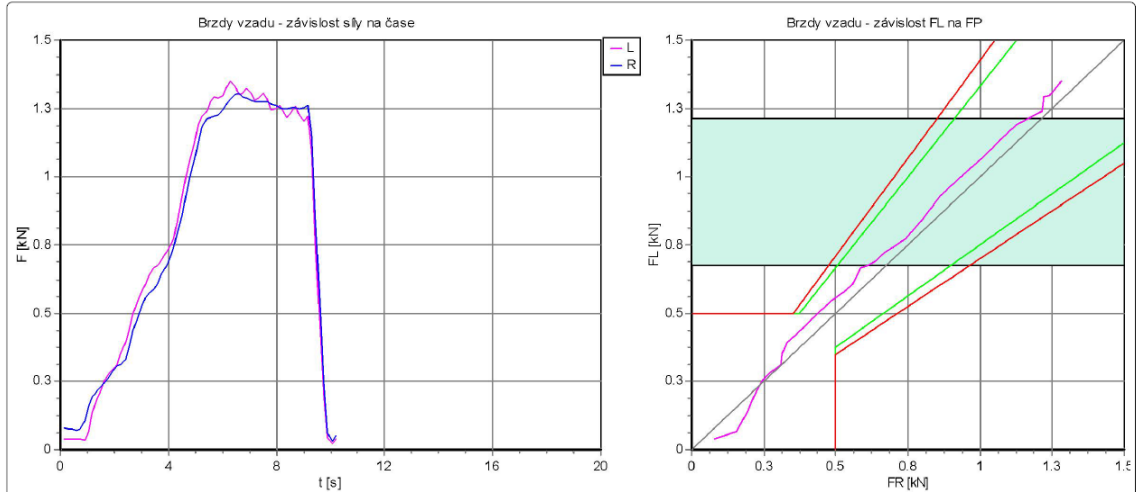
Test brzd

Test: 11146
1 (1)

Jméno: _____, tel.: fax: _____
 Ulice: _____ SPZ: _____
 Místo: _____ Výrobce vozidla: PEUGEOT
 PSE: _____ Typ vozidla: 206
 Datum / Cas: 18.7.2013 10:34:10 Stav tachometru: 84239
 Zarizení / Sw.: , v. 1.83.17 (Build: 0160.9), 2010/06/01, 12:00 Číslo karoserie: R.V.2000
 Operátor: STK1186



Brzdy vpředu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	2.21	1	2.24	4.45	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	1.64	2	1.61		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:					Pasivní síla	0.09 kN	0.06 kN	Sbíhavost	



Brzdy vzadu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	1.35	5	1.28	2.63	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	0.68	10	0.61		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:	1.19 (b)	4	1.25 (b)	2.44	Pasivní síla	0.42 kN	0.39 kN	Sbíhavost	

Celkem		Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda		7.08 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda		2.44 kN		%		%

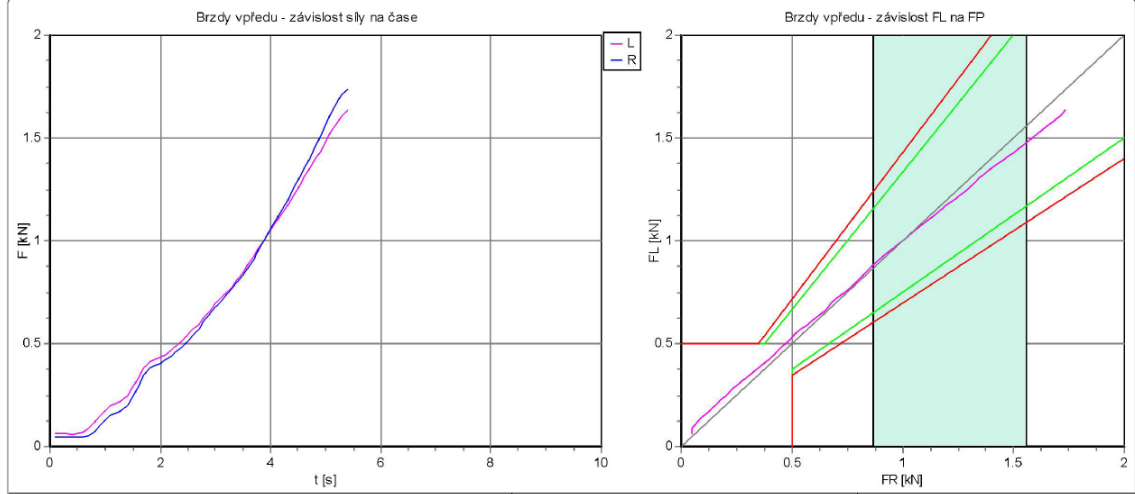
Příloha E Protokol z testu brzd – páté měření

Roboterm

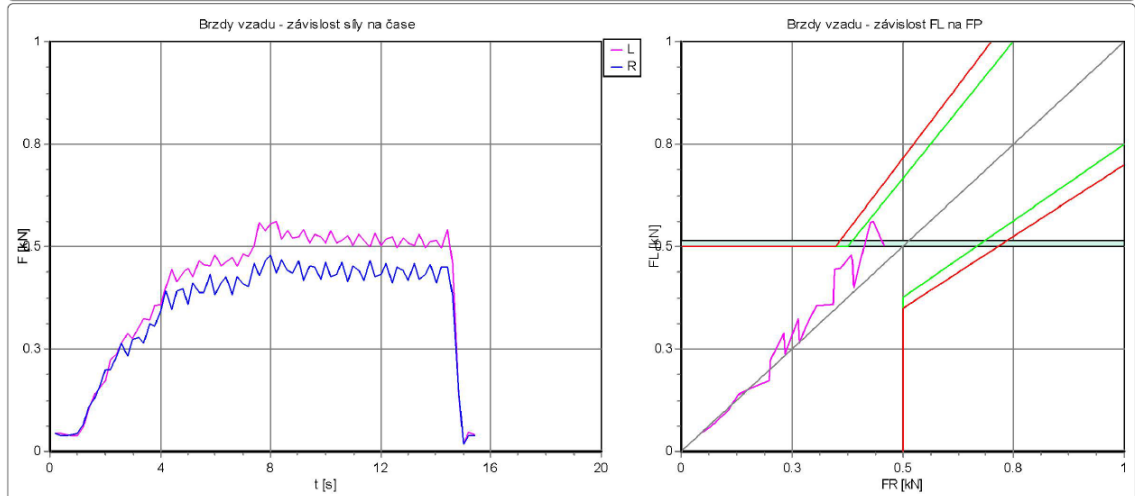
Test brzd

Test: 11146
1 (1)

Jméno: _____, tel.; fax: _____
 Ulice: _____ SPZ: _____
 Místo: _____ Výrobce vozidla: PEUGEOT
 PSĚ: _____ Typ vozidla: 106
 Datum / Cas: 18.7.2013 12:14:22 Stav tachometru: 100869
 Zarizení / Sw.: , v. 1.83.17 (Build: 0160.9), 2010/06/01, 12:00 Číslo karoserie: R.V.1998
 Operátor: STK1186



Brzdy vpředu				Vlevo	Vpravo	Náprava			
	(kN)	(%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	1.63	6	1.73	3.37	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	1.46	5	1.54		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:					Pasivní síla	0.55 kN	0.52 kN	Sbíhavost	



Brzdy vzadu				Vlevo	Vpravo	Náprava			
	(kN)	(%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	0.57	21	0.45	1.02	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	0.51	14	0.44		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:	0.97 (b)	9	0.88 (b)	1.85	Pasivní síla	0.23 kN	0.26 kN	Sbíhavost	

Celkem		Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda		4.39 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda		1.85 kN		%		%

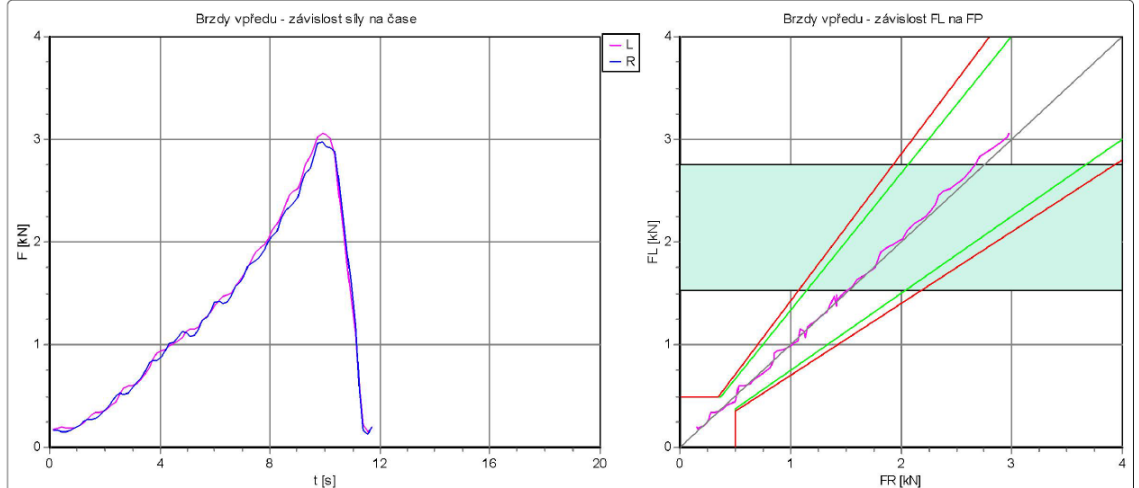
Příloha F Protokol z testu brzd – šesté měření

Roboterm

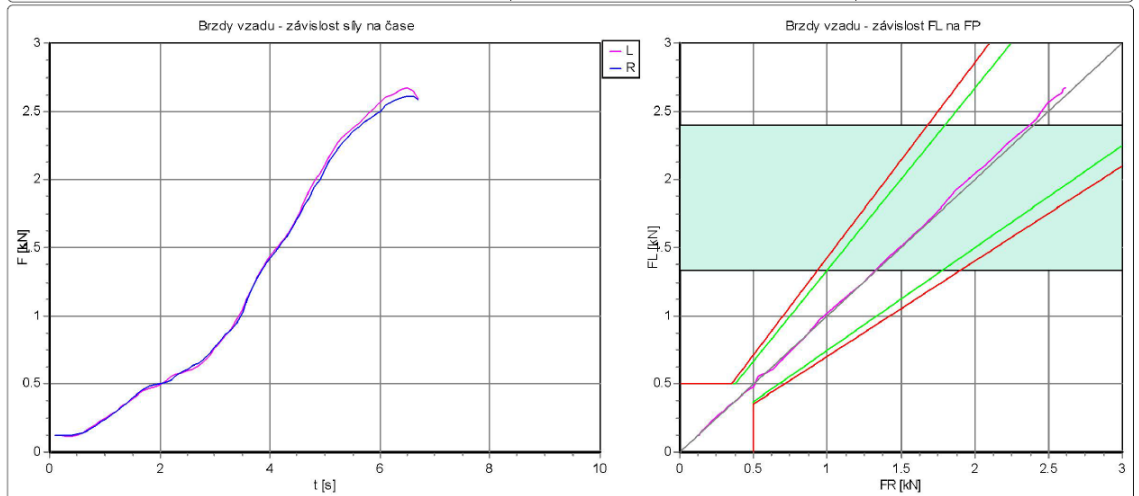
Test brzd

Test: 11146
1 (1)

Jméno: _____, tel., fax: _____
 Ulice: _____ SPZ: _____
 Místo: _____ Výrobce vozidla: VW
 PSĚ: _____ Typ vozidla: CADDY
 Datum / Cas: 19.7.2013 7:50:19 Stav tachometru: 108959
 Zarizení / Sw.: , v. 1.83.17 (Build: 0160.9), 2010/06/01, 12:00 Číslo karoserie: R.V.2009
 Operátor: STK1186



Brzdy vpředu				Vlevo	Vpravo	Náprava			Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)			Účinnost (stat)		%	
Provozní brzda:	3.06	3	2.97	6.03	Ovládací síla	0 N	0 N	Hmotnost (stat)	kg	
Prov.b. max.nesoum.:	1.92	5	1.83		Ovalita	%	%	Sbíhavost		
Parkovací brzda:					Pasivní síla	0.49 kN	0.54 kN			



Brzdy vzadu				Vlevo	Vpravo	Náprava			Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)			Účinnost (stat)		%	
Provozní brzda:	2.67	2	2.62	5.29	Ovládací síla	0 N	0 N	Hmotnost (stat)	kg	
Prov.b. max.nesoum.:	1.95	3	1.90		Ovalita	%	%	Sbíhavost		
Parkovací brzda:	2.37 (b)		2.45 (b)	4.82	Pasivní síla	0.60 kN	0.62 kN			

Celkem	Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda	11.32 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda	4.82 kN		%		%

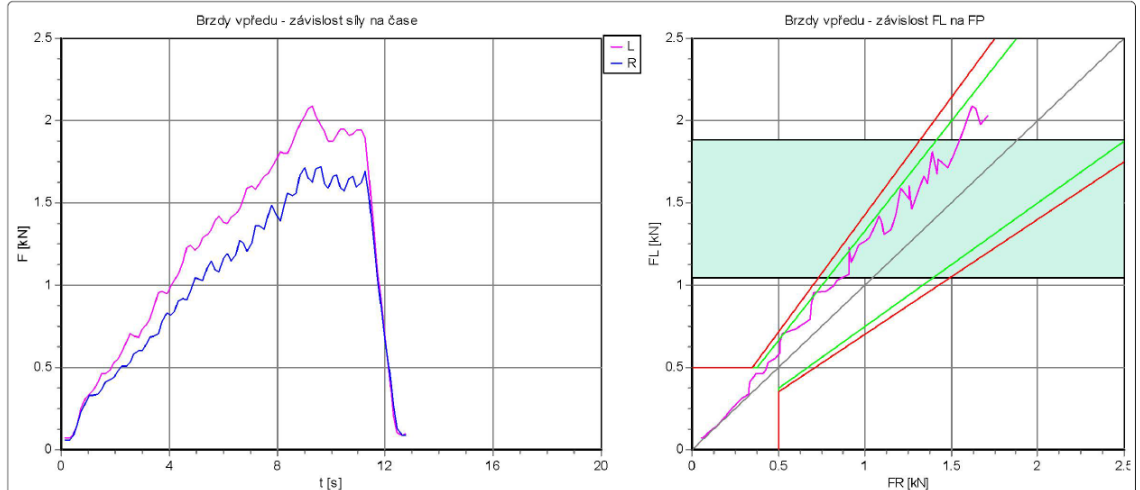
Příloha G Protokol z testu brzd – sedmé měření

Roboterm

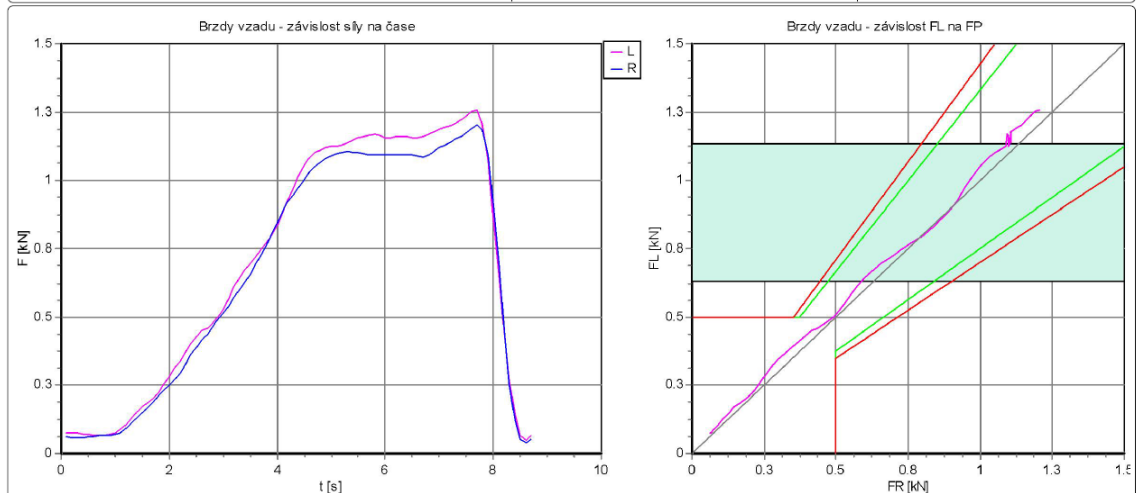
Test brzd

Test: 11146
1 (1)

Jméno: _____, tel., fax: _____
 Ulice: _____ SPZ: _____
 Místo: _____ Výrobce vozidla: FIAT
 PSĚ: _____ Typ vozidla: PUNTO
 Datum / Cas: 19.7.2013 8:51:54 Stav tachometru: 167309
 Zarizení / Sw.: , v. 1.83.17 (Build: 0160.9), 2010/06/01, 12:00 Číslo karoserie: R.V.2000
 Operátor: STK1186



Brzdy vpředu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	2.09	23	1.62	3.70	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	1.24	26	0.92		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:					Pasivní síla	0.67 kN	0.51 kN	Sbíhavost	



Brzdy vzadu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	1.26	5	1.20	2.46	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	0.64	7	0.60		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:	1.34	16	1.12 (b)	2.45	Pasivní síla	0.43 kN	0.39 kN	Sbíhavost	

Celkem		Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda		6.16 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda		2.45 kN		%		%

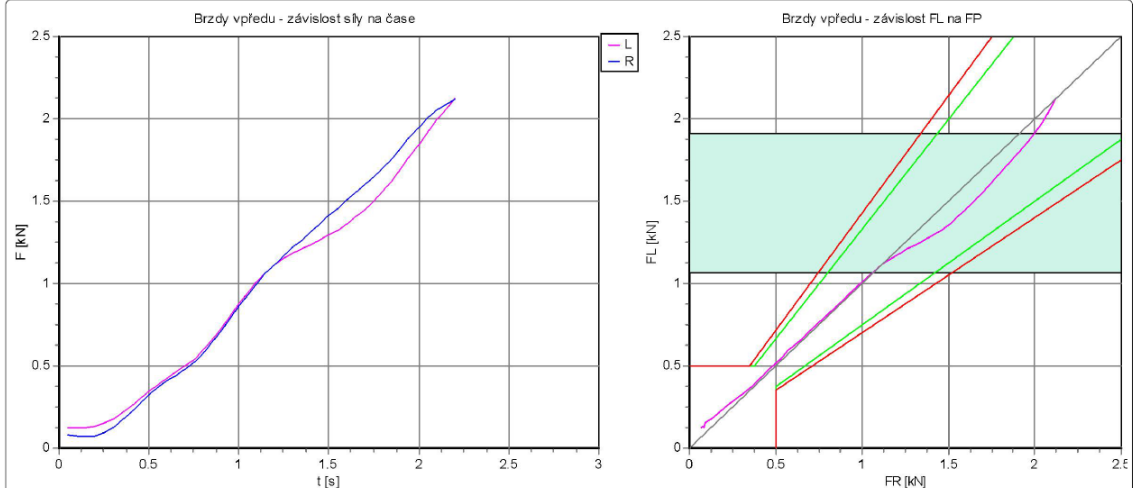
Příloha H Protokol z testu brzd – osmé měření

Roboterm

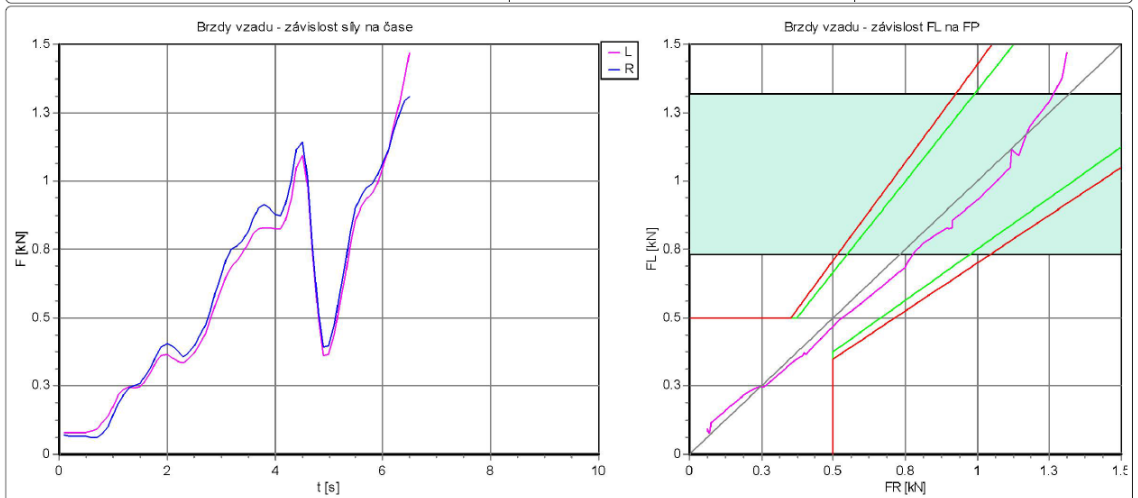
Test brzd

Test: 11146
1 (1)

Jméno: _____, tel., fax: _____
 Ulice: _____ SPZ: _____
 Místo: _____ Výrobce vozidla: ŠKODA
 PSĚ: _____ Typ vozidla: FÁBIA
 Datum / Cas: 19.7.2013 10:15:53 Stav tachometru: 13206
 Zarizení / Sw.: , v. 1.83.17 (Build: 0160.9), 2010/06/01, 12:00 Číslo karoserie: R.V.2009
 Operátor: STK1186



Brzdy vpředu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	2.13	0	2.12	4.25	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	1.40	10	1.55		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:					Pasivní síla	kN	kN	Sbíhavost	



Brzdy vzadu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	1.47	11	1.31	2.78	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	0.83	9	0.91		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:	0.28	80	1.38 (b)	1.66	Pasivní síla	0.38 kN	0.41 kN	Sbíhavost	

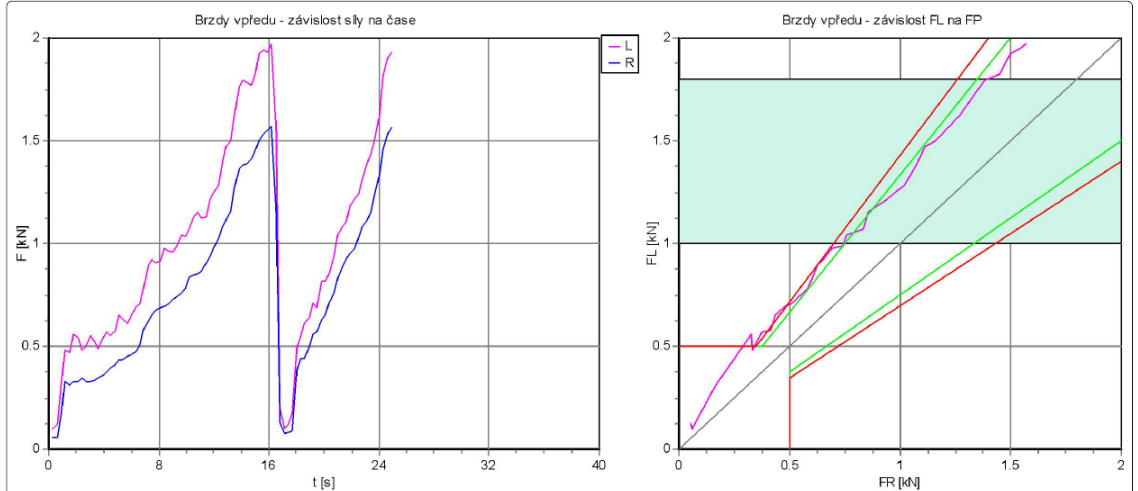
Celkem		Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda		7.03 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda		1.66 kN		%		%

Roboterm

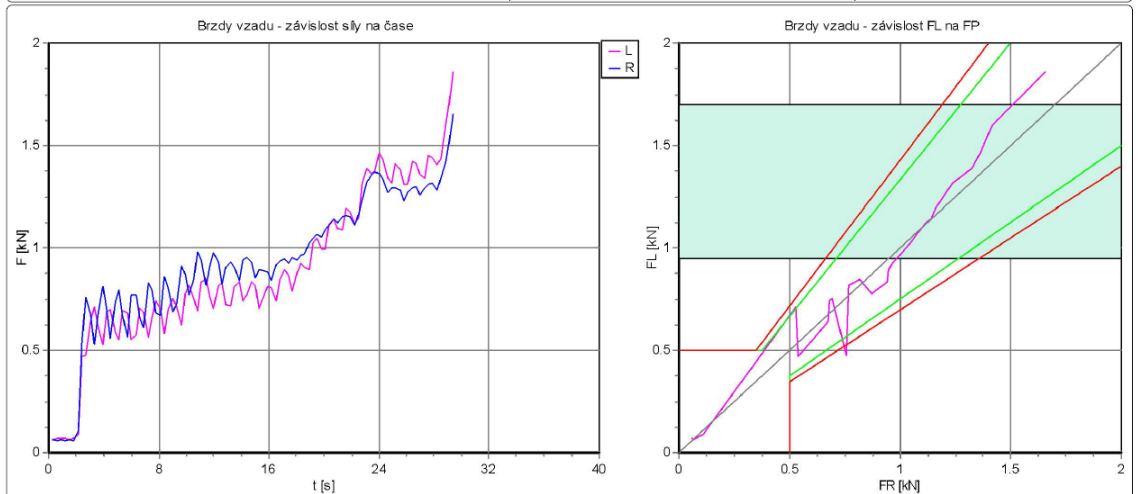
Test brzd

Test: 11146
1 (1)

Jméno: , tel.; fax:
 Ulice: SPZ:
 Místo: Výrobce vozidla: ŠKODA
 PSĚ: Typ vozidla: ROOMSTER
 Datum / Cas: 19.7.2013 11:15:51 Stav tachometru: 171077
 Císlo karoserie: R.V.2009
 Zarizení / Sw.: , v. 1.83.17 (Build: 0160.9), 2010/06/01, 12:00 Operátor: STK1186



Brzdy vpředu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	2.00	22	1.57	3.56	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	1.03	27	0.75		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:					Pasivní síla	0.48 kN	0.37 kN	Sbíhavost	



Brzdy vzadu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	1.89	11	1.68	3.57	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	1.64	12	1.45		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:	1.68 (b)	3	1.63 (b)	3.31	Pasivní síla	0.51 kN	0.64 kN	Sbíhavost	

Celkem		Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda		7.13 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda		3.31 kN		%		%

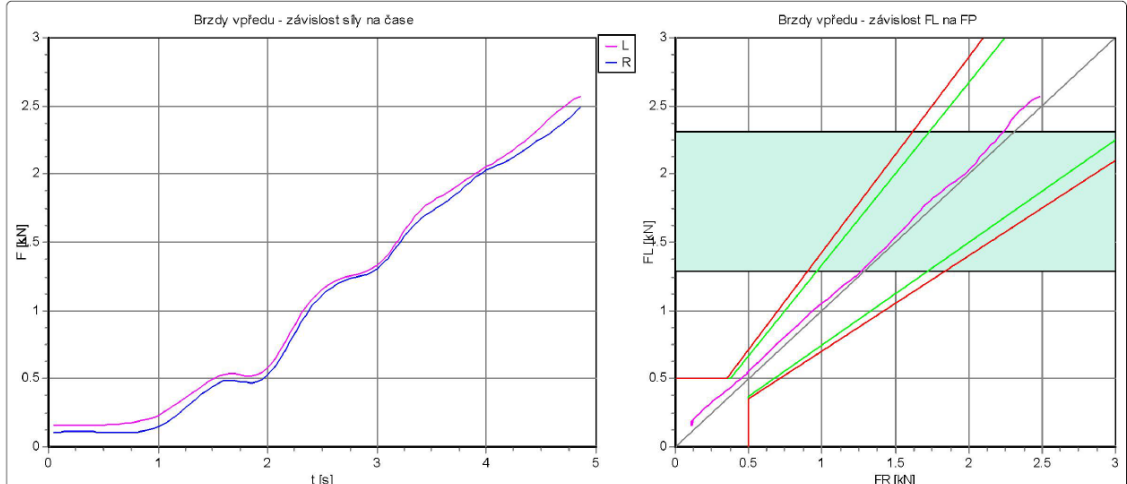
Příloha J Protokol z testu brzd – desáté měření

Roboterm

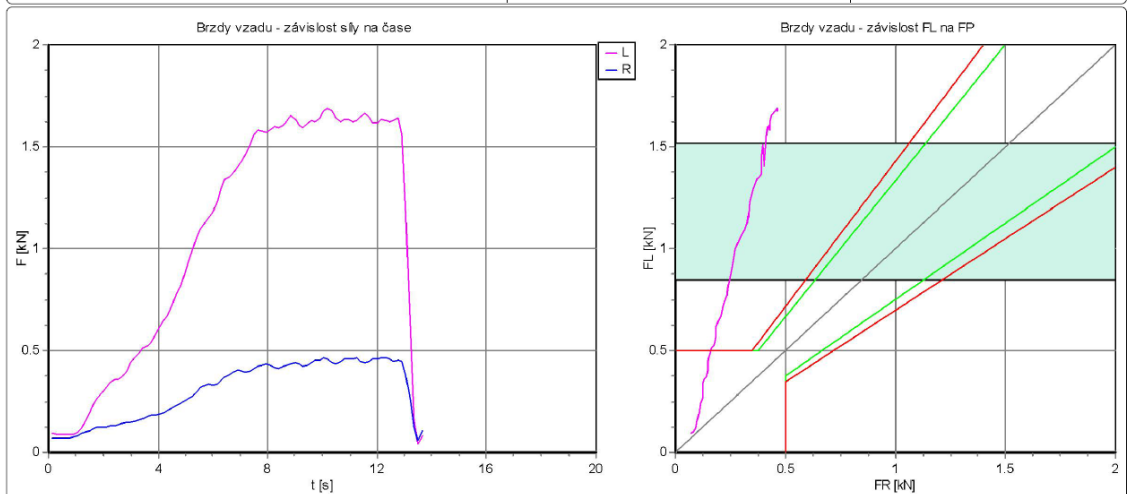
Test brzd

Test: 11146
1 (1)

Jméno: _____, tel., fax: _____
 Ulice: _____ SPZ: _____
 Místo: _____ Výrobce vozidla: VW
 PSÉ: _____ Typ vozidla: POLO
 Datum / Cas: 19.7.2013 14:11:44 Stav tachometru: 225150
 Zarizení / Sw.: v. 1.83.17 (Build: 0160.9), 2010/06/01, 12:00 Číslo karoserie: R.V.2005
 Operátor: STK1186



Brzdy vpředu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	2.57	3	2.48	5.05	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	1.77	4	1.70		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:					Pasivní síla	1.14 kN	1.10 kN	Sbíhavost	



Brzdy vzadu				Vlevo		Vpravo		Náprava	
	(kN)	Dif. (%)	(kN)	(kN)					
Provozní brzda:	1.69	73	0.46	2.15	Ovládací síla	0 N	0 N	Účinnost (stat)	%
Prov.b. max.nesoum.:	1.51	74	0.40		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat)	kg
Parkovací brzda:	1.47 (b)	54	0.68	2.15	Pasivní síla	0.35 kN	0.13 kN	Sbíhavost	

Celkem		Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda		7.20 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda		2.15 kN		%		%

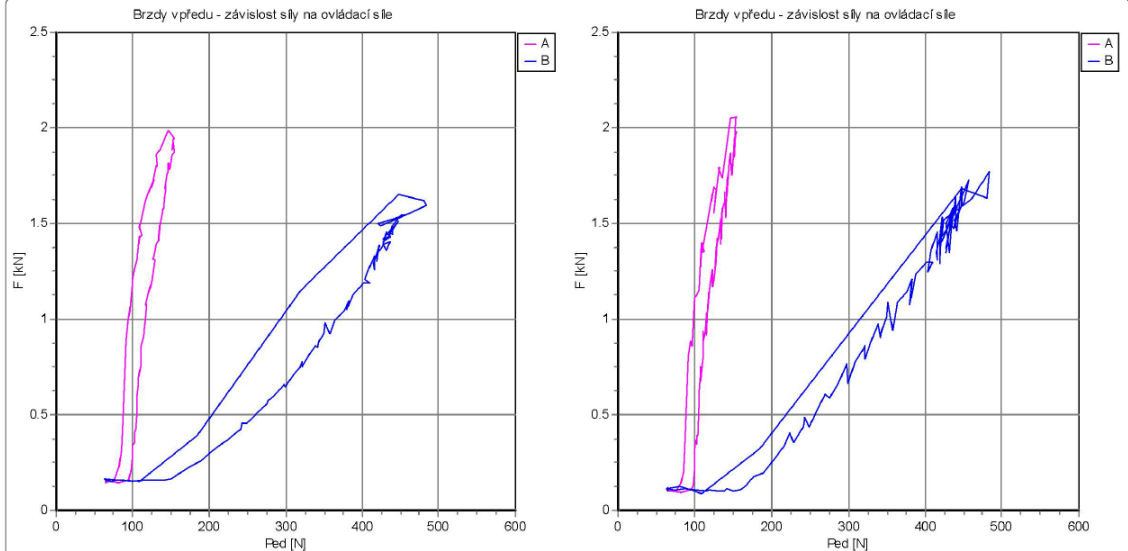
Příloha K Protokol z testu brzd – brzdná síla na síle ovládací

Roboterm

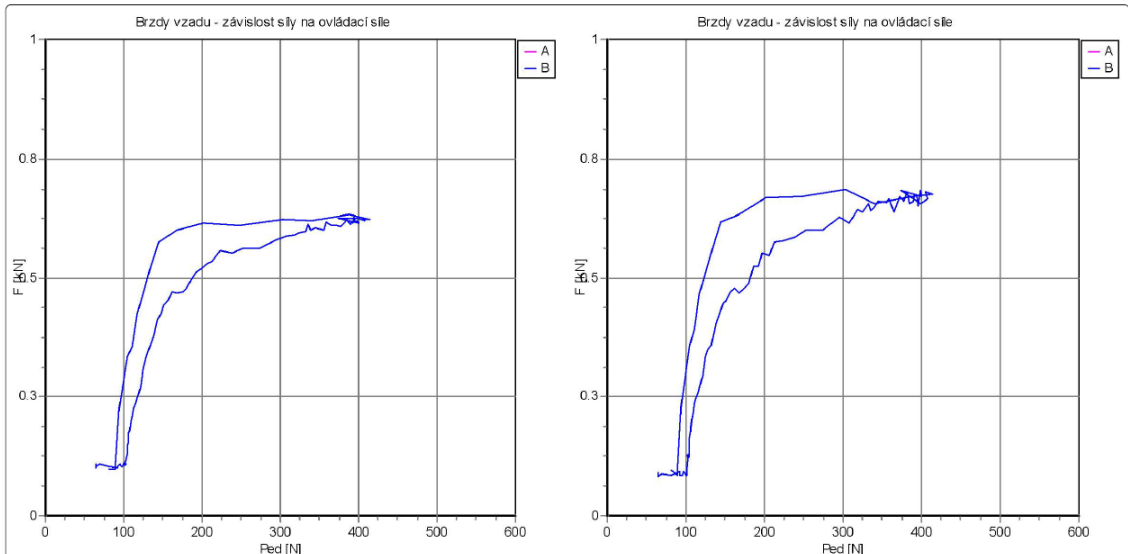
Test brzd

Test: 6311
1 (1)

SPZ: Karoserie: K,B Protokol: 1
Operátor: STK1186 Datum / Cas: 30.8.2013 11:00:28 Zarizení / SW.: v. 1.71.00 (Build: 0160.9), 2008/11/24, 09:00



Brzdy vpředu					Vlevo	Vpravo	Náprava	
	(kN)	(%)	(kN)	(kN)			Účinnost (stat)	%
Provozní brzda:	1.60	9	1.75	3.36	Ovládací síla	484 N	484 N	
Prov.b. max.nesoum.:	0.77	13	0.89		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat) kg
Parkovací brzda:					Pasivní síla	0.16 kN	0.09 kN	Sbíhavost



Brzdy vzadu					Vlevo	Vpravo	Náprava	
	(kN)	(%)	(kN)	(kN)			Účinnost (stat)	%
Provozní brzda:	0.62	8	0.67	1.29	Ovládací síla	414 N	414 N	
Prov.b. max.nesoum.:	0.57	8	0.62		Ovalita	%	%	Hmotnost (stat) kg
Parkovací brzda:	1.56 (b)	9	1.42 (b)	2.98	Pasivní síla	0.10 kN	0.09 kN	Sbíhavost

Celkem		Síla	Hmotnost (stat)	Účinnost (stat)	Hmotnost (celk)	Účinnost (celk)
Provozní brzda		4.65 kN	0 kg	%	0 kg	%
Parkovací brzda		2.98 kN		%		%

Příloha L *Válcová zkušebna pomaloběžná*



Příloha M *Testování vozidla na válcové zkušebně*

