

**UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2008

Bc. Tomáš VANĚK

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Brzdy osobních silničních vozidel a jejich diagnostika

Bc. Tomáš Vaněk

Diplomová práce

2008

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra dopravních prostředků
Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš VANĚK**

Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**

Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**

Název tématu: **Brzdy osobních silničních vozidel a jejich diagnostika**

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

- 1) Zpracovat stručný přehled současného stavu poznatků o brzdách silničních vozidel z hlediska požadavků, konstrukce a provozu, stručně analyzovat proces brzdění.
- 2) Zpracovat přehled a stručné charakteristiky informačních zdrojů z oblasti brzd a brzdění u silničních vozidel, dostupných na webovém prostředí.
- 3) Seznámit se s českou a mezinárodní legislativou v oblasti brzd a procesu brzdění silničních vozidel.
- 4) Analyzovat možnosti jízdních zkoušek a diagnostiky brzdových soustav silničních vozidel, včetně ABS.
- 5) Praktické měření (diagnostika) brzdové soustavy, na plošinové a válcové zkušebně (pomaloběžná a dynamická), jízdní zkoušky.
Kontrola činnosti ABS na dynamické zkušebně.
- 6) Výsledky z praktické zkoušky vyhodnotit, závěr v doporučení pro uživatele v praxi.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- 1) Vlk F.: Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Nakladatelství VLK Brno 1. vydání, ISBN 80-238-6573-0, 2001
- 2) Remek B.: Experimentální měření v dopravní technice. Skriptum ČVUT Praha, 2004, ISBN 80-01-03057-01
- 3) Kreidl M. a kol.: Diagnostické systémy. ČVUT Praha, ISBN 80-01-02349-4, 2001
- 4) Stodola J.: Diagnostika motorových vozidel. VUT Brno, 2004. dostupné na <http://www.fme.vutbr.cz/opory/>
- 5) Dostupné materiály na www

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Jiří Stodola, DrSc.
Katedra dopravních prostředků

Datum zadání diplomové práce:

18. února 2008

Termín odevzdání diplomové práce:

26. května 2008

prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.

doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

dne

SOUHRN

Tato diplomová práce se věnuje brzdám, procesu brzdění a především možnostem kontroly správné činnosti brzdové soustavy.

V teoretické části práce je popsáno stručné rozdělení brzd pro osobní automobily, s následným rozbohem procesu brzdění. V této části je popsána podstat systému ABS, a také se zde uvedeno metodické měření jednotlivých druhů zkoušek.

Náplní praktické části je uskutečnění měření na vybraném vozidle s následným vyhodnocením jeho aktuálního stavu brzdové soustavy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Brzdy; diagnostika brzd; bezpečnost; brzdná dráha; měření; jízdní zkouška; válcová zkušebna

TITLE

Brakes of personal road vehicles and its diagnostics.

ABSTRACT

This thesis addresses brakes, braking process and especially possibilities of checking the correct operation of braking system.

Short classification of brake types for passenger vehicles, with subsequent analysis of braking process is described in theoretical part.

The principle of ABS system, and also methodical measurements of particular types of checks is described in this part.

The content of practical part is to carry out measurements on the selected vehicle followed by evaluation of its current condition of braking system.

KEYWORDS

brakes; brake diagnostics; safety; stopping distance; measurement; driving test; dynamometer.

OBSAH

ÚVOD	7
1 Brzdy a brzdění vozidel	9
1.1 Brzdový systém musí zajistit	9
1.2 Rozdělení brzdových soustav	10
1.3 Proces brzdění	11
1.4 Síly brzdící pohyb	13
2 Protiblokovací systém ABS	17
2.1 Základní části systému ABS 5.7 BOSCH.....	18
2.2 Regulační systém ABS.....	19
3 Informační zdroje v oblasti brzd a procesu brzdění na webovém	15 22
4 Legislativa pro brzdy a proces brzdění silničních vozidel	25 25
4.1 Česká legislativa k brzdám a procesu brzdění	25
4.2 Mezinárodní legislativa – evropská hospodářská komise (EHK) OSN	25
4.3 Předpisy o účinnosti brzd	28
4.4 Typy zkoušek brzd	30
5 Analýza možnosti jízdních zkoušek a diagnostiky brzdových soustav silničních vozidel	32 32
5.1 Možnosti jízdních zkoušek	32
5.1.1 Měření zpomalení vozidla	32
5.1.2 Měření brzdné dráhy	34
5.1.3 Další přístroje pro provádění jízdních zkoušek kontroly brzdného účinku	35
5.2 diagnostika brzdových soustav	36
5.2.1 Plošinové zkušebny	36
5.2.2 Válcové zkušebny brzd	37

5.3 Zkoušení vozidel se systémem ABS	42
5.3.1 Diagnostika systému ABS pomocí testovacího zařízení.....	42
5.3.2 Diagnostika systému ABS pomocí moderních válcových zkušeben	46
6 Kontrola brzdových soustav osobních automobilů na pomaloběžné válcové zkušebně	47
6.1 Charakteristika brzdy kola	47
6.2 Identifikace závad z brzdové charakteristiky	48
6.3. Vyhodnocení zkoušky na válcové zkušebně pomaloběžné.....	49
7 Praktické měření na pomaloběžné válcové zkušebně	55
7.1 Příprava před vlastním měřením.....	56
7.2 Vlastní měření	56
7.3 Hodnoty odečtené z grafického záznamu.....	56
8 Vyhodnocení měření na pomaloběžné válcové zkušebně	57
8.1 Souměrnost působení brzd	57
8.2 Parkovací brzda	58
8.3 Výpočet velikosti ovládací síly	58
8.4 Druhý případ z praktického měření na pomaloběžné válcové zkušebně po výměně brzdového obložení a kotoučů, s následným měřením po záběhu	60
9 Praktické měření na plošinové zkušebně brzd	61
9.1 Příprava před vlastním měřením	61
9.2 Vlastní měření	61
10 Praktické měření brzdného zpomalení	63
11 Praktické provedení diagnostiky systému ABS	65
12 Praktické měření na moderní válcové zkušebně	70
Závěr	74

Seznam použitých symbolů a zkratk

Seznam tabulek

Seznam obrázků

Seznam přílohy

Seznam použité literatury

Přílohy

ÚVOD

Téma diplomové práce jsem si vybral, protože brzdy jsou jedním z aktivních prvků bezpečnosti a ovlivňují jak život můj, tak i ostatních osob silničního provozu.

Jedním z rozhodujících faktorů pro napsání této práce je ta skutečnost, že informací k danému tématu je v odborných publikacích velmi málo. Podle mého názoru je tato oblast informací do velké míry opomíjena, přestože je její důležitost poměrně zásadní, pro osoby zabývající se konstrukcí silničních vozidel.

Dalším faktorem pro zvolení daného tématu je nevědomost uživatelů osobních vozidel o způsobu vyhodnocení brzdného účinku a parametrů s tím spojených, s kterými se mohou ve všedním životě setkat.

Úkolem diplomové práce je proto hlubší seznámení s procesem brzdění, a zároveň i podrobnější seznámení s diagnostickým zařízením kontroly účinnosti a správné činnosti brzd.

V úvodu práce je čtenář seznámen s možnou koncepcí brzdových soustav a procesem brzdění osobních vozidel.

V následné kapitole je teoretické pojednání o činnosti a konstrukci systému ABS, tato kapitola je přínosem informací o daném systému, těchto informací je v literaturách velmi málo.

Další kapitola přinese rozbor pramenů charakterizujících informační zdroje z oblasti brzd na webovém prostředí.

Prioritním bodem pro hodnocení správné činnosti brzdové soustavy je seznámení s českou a mezinárodní legislativou v oblasti brzd a procesu brzdění silničních vozidel.

Bod analýza možnosti jízdní zkoušky a diagnostiky brzdových soustav silničních vozidel se věnuje jednotlivým druhům zkoušek a procesům při měření. V této kapitole je pozornost věnována nejen válcové pomaloběžné zkušební brzd, ale především diagnostice systému ABS, a protože v praktické části práce bude provedena analýza zjištění závady na systému ABS u vybraného vozidla.

V praktické části této práce se uvádí provedená kontrola brzdové soustavy vybraného vozidla, jak na pomaloběžné válcové zkušebně, tak na plošinové zkušebně.

Dalším bodem v praktické části je měření brzdného zpomalení se systémem ABS a bez tohoto systému v činnosti. Následnou kapitolou této praktické části je analýza systému ABS, u kterého je indikovaná závada omezující činnost. Závěrem celé praktické části je zkouška na moderní válcové zkušebně, umožňující dynamickou zkoušku a monitorování funkce systému ABS.

1BRZDY A BRZDĚNÍ VOZIDEL

Požadavky na brzdy jsou kladeny pro náročnost provozu, kde jsou hlavním prvkem ovlivňujícím bezpečnost provozu motorových vozidel na pozemních komunikacích. Komplexním zařízením, zaručujícím bezpečnost a ovladatelnost vozidla, bychom mohli nazvat brzdový systém.

1.1 Brzdový systém musí zajistit tyto funkce

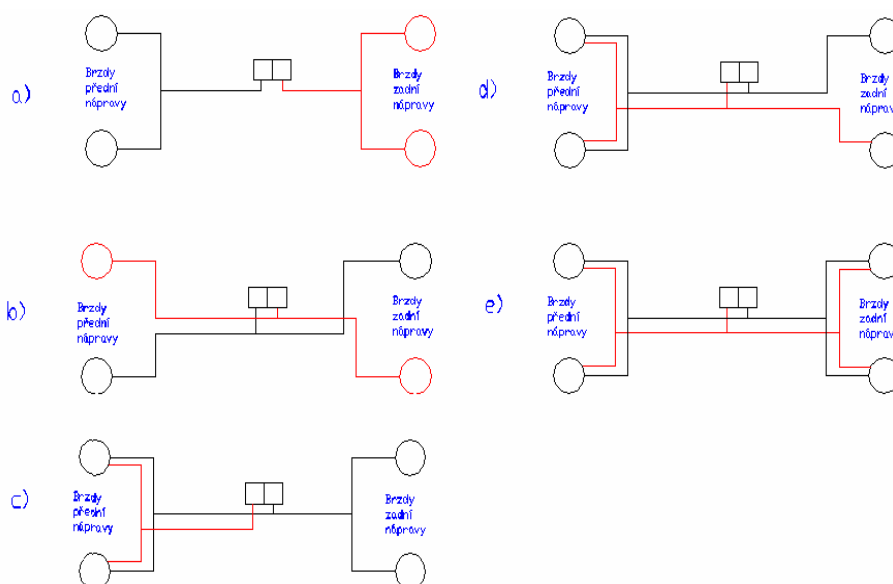
Provozní brzdění – musí umožnit ovládání vozidla tj. účinné, spolehlivé a rychlé zastavení při všech možných podmínkách bez ohledu na rychlost, zatížení a velikost stoupání či klesání vozovky.

Nouzové brzdění – musí umožnit zastavení vozidla v případě poruchy provozního brzdění.

Parkovací brzdění – musí zajistit stojící vozidlo proti samovolnému pohybu na klesající nebo stoupající vozovce i za nepřítomnosti řidiče.

Odlehčovací brzdění – musí umožnit snížit rychlost nebo ji udržet při jízdě ze svahu.

Předpisy pro brzdový systém vyžadují zvýšení spolehlivosti a zajištění nouzového brzdění při jejich porušení. Proto zavedeme pojem dvouokruhovost. Té je docíleno několika způsoby viz obr. 1. Dvouokruhový systém zaručuje v případě poruchy jednoho okruhu brzdění druhým okruhem s účinností nouzového brzdění [4].



Obr. 1 – Možné systémy zapojení brzdových okruhů [4]

Legenda k Obr. 1: -- první okruh, -- druhý okruh,

- a) nejjednodušší zapojení brzdových okruhů, každý okruh brzdí jednu nápravu, označení (II),
- b) zapojení brzdového okruhu „diagonální“ (X),
- c) zapojení brzdového okruhu „trojúhelníkové“ (HI),
- d) zapojení brzdového okruhu „čtyři-dvě“ (LL),
- e) zapojení brzdového okruhu „čtyři-čtyři“ (HH).

1.2 Rozdělení brzdových soustav

Podle umístění brzděných částí

- kolové
- převodové
- motorové

Podle třecích částí brzdy

- a) brzdy bubnové – čelist'ové, pásové (vnitřní, vnější)
- b) brzdy kotoučové – (vnitřní, vnější)

Podle způsobu ovládání

- a) Ruční – způsob ovládání tlakem (tahem) na brzdící páku v dosahovém prostoru řidiče v kabině vozidla.
- b) Nožní – ovládání tlakem na brzdový pedál.
- c) Samočinné – zabrzdění nastává automaticky např. u přípojného vozidla se vzduchovými brzdami při jeho odpojení od tažného vozidla, nebo při jeho odtržení během jízdy [7].

Podle použitého zdroje energie, který vyvolá vlastní brzdný účinek vozidla

- a) Přímočinné - brzdění je vyvoláno pouze silou řidiče. Brzdná síla je z brzdového pedálu nebo páky přenášena k brzdám buď pomocí táhla, lanka, nebo prostřednictvím kapalinového převodu, který je bez posilovače [7].

b) Polostrojní – k brzdění řidiče je přidán další zdroj energie, tím dochází k vyšším silám na brzdách. Přídavný zdroj může být různé koncepce např. podtlakový, přetlakový nebo hydraulický [7].

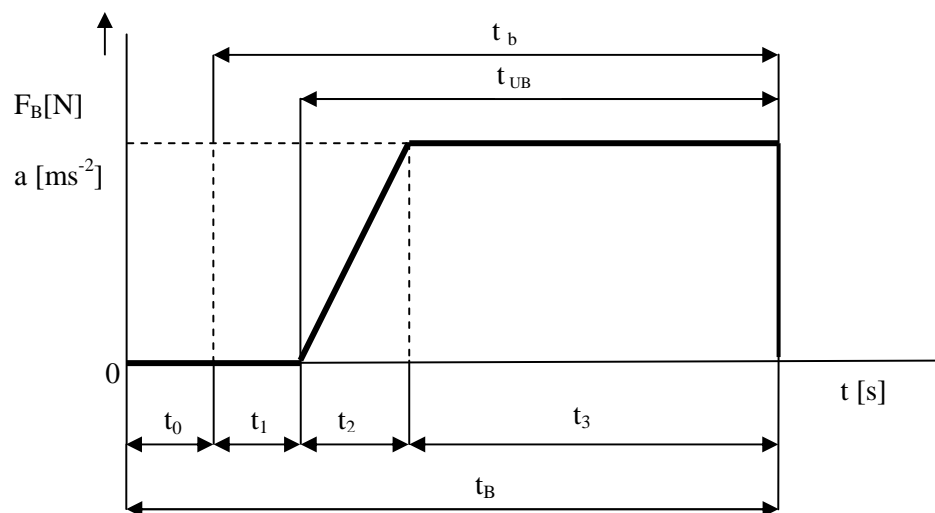
c) Strojní – k brzdění je využito energie strojního zařízení. Velikost brzdící síly nezávisí na řidiči, ten pouze zapíná a ovládá strojní zařízení. To může být např. vzduchové, kapalinové nebo kombinované [7].

d) Odlehčovací – jejich úkolem je snižovat rychlost jedoucího vozidla a tím odlehčit provozním brzdám. Příklady odlehčovacích brzd např. motorová- výfuková, elektromagnetická, aerodynamická a hydraulická [7].

1.3 Proces brzdění

Doba potřebná pro brzdění

V Obr. 2 – Zjednodušený průběh brzdění až do zastavení jsou zanedbány odpory vzduch, valení a předpokládá se, že vozidlo jede po rovině.



Obr. 2 – Zjednodušený průběh brzdění až do zastavení [3]

Legenda:

t_0 – reakční doba řidiče od okamžiku podnětu vzniku potřeby brzdění do okamžiku, kdy řidič začne působit na brzdový pedál,

t_1 – doba prodlevy brzdy, tj. doba od okamžiku zahájení působení řidiče na pedál brzdy do okamžiku, kdy se účinek brzdy začne projevovat,

t_2 – doba náběhu brzdění, tj. doba od okamžiku vzniku brzdného účinku do okamžiku plného brzdného účinku,

t_3 – doba plného brzdění, od okamžiku, kdy brzdy dosáhnou plného požadovaného účinku, až do okamžiku zatavení vozidla,

t_b – doba brzdění, t_{UB} – doba účinného brzdění, t_B – celková doba pro zabrzdění

Dráha potřebná pro brzdění

Během procesu brzdění ujede vozidlo dráhy jednotlivých časových úseků, které odpovídají počáteční rychlosti, dosaženému zpomalení a době pro zabrzdění vozidla[3]. V součtu časových úseků t_0 až t_3 ujede vozidlo dráhu potřebnou pro zastavení.

Rovnice dráhy pro zabrzdění:

$$S_B = S_0 + S_1 + S_2 + S_3 \quad [\text{m}] \quad (1-1)$$

$$S_B = v \cdot \left(t_0 + t_1 + \frac{t_2}{2} \right) + \frac{v^2}{2|a|} \quad [\text{m}] \quad (1-2)$$

kde: S_0 – dráha ujetá během reakční doby řidiče,

S_1 – dráha ujetá během prodlevy brzd, S_2 – dráha ujetá během náběhu brzdění,

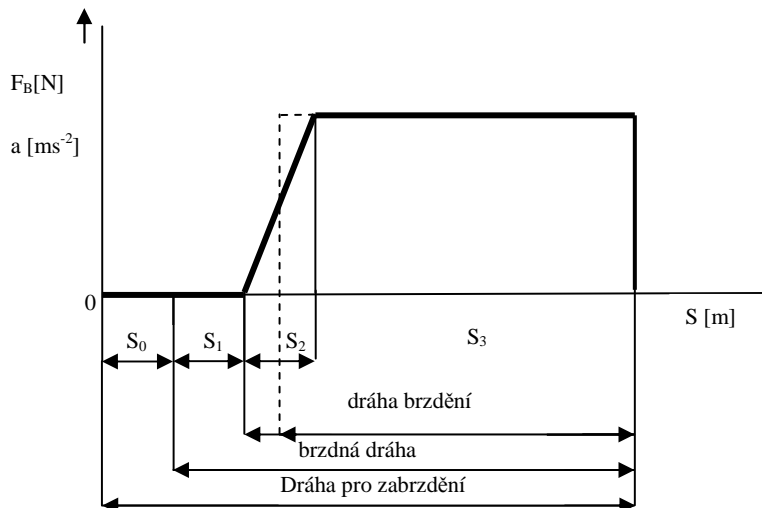
S_3 – dráha ujetá během doby plného brzdění, v – počáteční rychlost [ms^{-1}],

$|a|$ - maximální dosažitelné zpomalení [ms^{-2}].

Z rovnice pro brzdnou dráhu vyplývá, že průběh brzdění lze řešit jednodušším způsobem.

Na dráze $S_0 + S_1$ není vozidlo při jízdě po rovině a při zanedbání odporu valení a vzduchu brzděno. V průběhu doby t_2 , kdy postupný nárůst intenzity brzdění nabývá intenzity od nulové do maximální hodnoty, ujede vozidlo dráhu S_2 . Předpokládejme, že v první polovině intervalu S_2 bude intenzita brzdění nulová, vozidlo není brzděno, a v druhé polovině intervalu S_2 dojde ke skokové změně, intenzita brzdění je maximální.

Tento předpoklad je znázorněn v Obr. 3 čárkovaně [3].



Obr. 3 - Ideální průběh brzdné síly a zpomalení jako funkce dráhy v procesu brzdění [3]

Brzdné zpomalení

Při působení celkové brzdné síly (F_{BC}) můžeme napsat pohybovou rovnici (1-3), přičemž záporné znaménko vyjadřuje, že se jedná o zpomalení, které působí proti směru pohybu vozidla. Velikost brzdného zpomalení a je potom vyjádřeno v rovnici (1-4).

$$-F_{BC} = a \cdot m_a \quad [\text{N}] \quad (1-3)$$

$$a = -\frac{F_{BC}}{m_a} \quad [\text{N}] \quad (1-4)$$

kde: F_{BC} – celkové brzdné zpomalení [N],
 m_a – celková hmotnost vozidla [kg],
 a - zpomalení [ms^{-2}].

1.4 Síly brzdící pohyb vozidla

Během jízdy je vozidlo brzděno všemi silami, které na něho působí proti směru pohybu.

Jsou to především: - odpor valení F_f
 - odpor vzduchu F_v
 - odpor do stoupání F_s

Při přerušení hnacího momentu přivedeného na vozidlová kola, začne vlivem těchto odporů vozidlo zpomalovat.

Brzdná síla je:

$$F_{BC1} = F_f + F_v + F_s \quad [N] \quad (1-5)$$

Velikost zpomalení je dána, při tomto způsobu brzdění, velikostí jízdních odporů, které nemůže řidič přímo ovlivnit. Tento způsob je z hlediska bezpečnosti provozu zcela nepřijatelný. Provoz vozidel s okamžitými změnami dopravních situací vyžaduje, aby velikost zpomalení vozidla byla ovlivněna řidičem, a aby zpomalení bylo výrazně větší, než jaké jsou schopny vyvolat jízdní odpory. Proto je k nim třeba přidat další sílu zpomalující vozidlo tzv. brzdnou sílu F_B . Velikost brzdné síly je omezena adhezní silou [3].

Při použití zjednodušujících předpokladů:

- vozidlo jede bez přípojného vozidla
- součinitel adheze je stejný na všech kolech
- zanedbáme vliv setrvačných hmot

Brzdná síla:

$$F_B = F_{BP} - F_{BZ} \quad [N] \quad (1-6)$$

kde: F_{BP} je brzdná síla na přední nápravě [N],

F_{BZ} je brzdná síla na zadní nápravě [N],

Celková brzdná síla:

$$F_{BC} = F_f + F_v + F_s + F_B \quad [N] \quad (1-7)$$

Brzdné reakce na kolech vozidla

Z hlediska bezpečnosti je jedním z nejdůležitějších parametrů maximální velikost celkové brzdné síly, kterou jsou schopny pneumatiky přenést. Maximální brzdná síla je limitující pro maximální dosažitelné zpomalení vozidla [3].

Maximální brzdná síla:

$$F_{B \max} = G_{ad} \cdot \varphi = G_a \cdot \xi \cdot \varphi \quad [N] \quad (1-8)$$

kde: G_{ad} – je adhezní tíha vozidla při brzdění, hodnota adhezní tíhy je rovna součtu radiálních zatížení všech brzděných kol [N],

G_a – je tíha vozidla [N],

φ – je součinitel adheze.

Při brzdění všech kol např. dvounápravového vozidla

$$\xi = \frac{Z_1 + Z_2}{G_a} = \frac{G_a \cdot \cos \alpha}{G_a} = \cos \alpha \quad (1-9)$$

na rovině $\cos \alpha = 1$

kde: Z_1 – radiální reakce na kolech přední nápravy [N],

Z_2 – radiální reakce na kolech zadní nápravy [N], G_a – tíha vozidla [N].

Pro ideální rozložení brzdných sil na nápravách vozidla

Nejvyšší hodnota brzdění bude dosažena v případě, že při brzdění na mezi adheze brzdná reakce bude rozložena na kola automobilu úměrně k jejich radiálním reakcím zatížení. Při předpokladu, že radiální zatížení kol téže nápravy jsou stejná, lze pro dvounápravové vozidlo určit ideální brzdné reakce na jednotlivých nápravách při brzdění na mezi adheze, těmito vztahy:

$$F_{BPid} = Z_1 \cdot \varphi \quad [N] \quad (1-10)$$

$$F_{BZid} = Z_2 \cdot \varphi \quad [N] \quad (1-11)$$

kde: F_{BPid} – ideální brzdná síla na kolech přední nápravy [N],

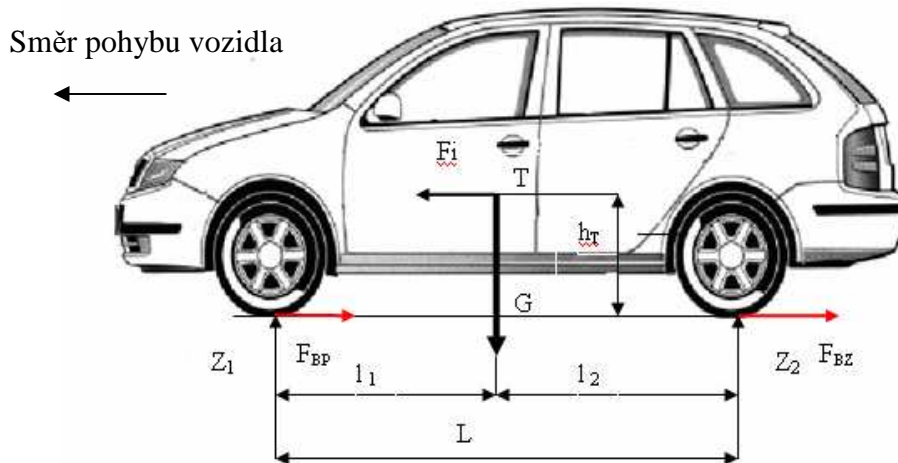
F_{BZid} – ideální brzdná síla na kolech zadní nápravy [N],

Z_1 – radiální reakce na kolech přední nápravy [N],

Z_2 – radiální reakce na kolech zadní nápravy [N],

φ – součinitel adheze.

Velikost radiálních reakcí určíme pomocí rovnováhy sil momentů. Odpor valení, odpor vzduchu a setrvačné momenty rotujících kol zanedbáme. Setrvačná síla F_i působí v těžišti ve směru jízdy, vytváří moment M , který má za následek přitěžování přední a odlehčování zadní nápravy.



Obr. 4 - Síly působící na vozidlo při brzdění [3]

Výpočet radiální reakce na přední nápravě Z_1 :

- momentová rovnice k bodu dotyku zadního kola s vozovkou

$$Z_1 \cdot L - F_i \cdot h_T - G_a \cdot l_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad Z_1 = \frac{F_i \cdot h_T + G_a \cdot l_2}{L} \quad [\text{m}] \quad (1-12)$$

Výpočet radiální reakce na zadní nápravě Z_2 :

- momentová rovnice k bodu dotyku předního kola s vozovkou

$$-Z_2 \cdot L - F_i \cdot h_T + G_a \cdot l_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad Z_2 = \frac{-F_i \cdot h_T + G_a \cdot l_1}{L} \quad [\text{m}] \quad (1-13)$$

kde: F_i – setrvačná síla [kg ms^{-2}], Z_1 – radiální reakce na kolech přední nápravy [N],

Z_2 – radiální reakce na kolech zadní nápravy [N], h_T – výška těžiště [N],

l_1 – vzdálenost přední nápravy od polohy těžiště,

l_2 – vzdálenost zadní nápravy od polohy těžiště

G_a – tíhová síla vozidla [N], L – rozvor mezi nápravami.

Brzdné reakce při ideálním rozložení na nápravu vozidla by měly nabývat hodnot vypočítaných podle následujících rovnic:

$$F_{BPid} = Z_1 \cdot \varphi = \frac{F_i \cdot h_T + G_a \cdot l_2}{L} \cdot \varphi \quad [\text{N}] \quad (1-14)$$

$$F_{BZid} = Z_2 \cdot \varphi = \frac{-F_i \cdot h_T + G_a \cdot l_1}{L} \cdot \varphi \quad [\text{N}] \quad (1-15)$$

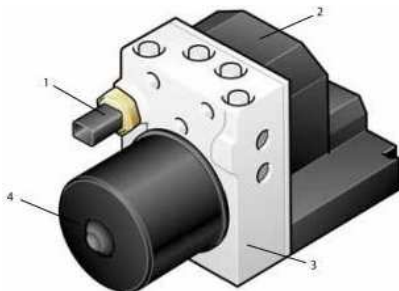
2 PROTIBLOKOVACÍ SYSTÉM ABS

Protiblokovací systém ABS (z anglického Anti-lock Braking System) je jedním ze systémů aktivní bezpečnosti vozidla.

Vývojem a výrobou systému ABS se zabývají světové společnosti z oblasti výroby brzd, např. Bosch, Tevest (Continental Tevest), Lucas, Bendix, Girling.

Systém ABS byl vyvinut firmou BOSCH v roce 1978. Historie však sahá ještě dál. Již na počátku 20. století se objevovaly úvahy o tom, jak by bylo možné zabránit blokování kol při prudkém brzdění. Firma Bosch ohlásila již roku 1936 patent na „Zařízení k zabránění silného brzdění kol motorového vozidla“. Avšak teprve s příchodem elektronického řízení mohli inženýři vyvinout protiblokovací brzdový systém, který byl dostatečně rychlý a robustní pro použití v motorových vozidlech. První komerční uplatnění našel systém jako zvláštní výbava vozu Mercedes-Benz třídy S a krátce na to také u BMW řady 7 [6].

Během několikaletého vývoje systém ABS prošel řadou obměn a konstrukční prvek doznal řadu změn, jednou z nich je velikost základního komponentu.



Obr. 5 – Základní komponent brzdového systému Škoda Superb [9]

- Legenda: 1 – snímač tlaku brzdové kapaliny,
2 – řídicí jednotka ABS,
3 – hydraulická jednotka ABS,
4 – hydraulické čerpadlo ABS.

2.1 Základní části systému ABS 5.7 BOSCH

Řídící jednotka

Řídící jednotka systému tvoří s hydraulickou jednotkou kompaktní celek, ikdyž je ji možno demontovat od hydraulické jednotky. Jádrem řídicí jednotky jsou dva mikropočítače (MC), které zpracovávají data nezávisle na sobě podle stejného programu a vzájemně se kontrolují [6].

Je-li rozeznána závada, je informace o ni uložena do paměti závad (EEPROM) a systém ABS je vypnut, s rosvícením indikace nečinnosti systému [6].

Hydraulická jednotka

Převádí příkazy řídicí jednotky a řídí, nezávisle na řidiči, přes magnetické ventily brzdné tlaky v jednotlivých brzdových větvích [6].

- **Čerpadla pro zpětnou dodávku**

Součástí čerpadla se nacházejí ve střední části hydraulické jednotky. Elektromotor k pohonu čerpadla je umístěn na protilehlé straně od magnetických ventilů. Samonasávací čerpadlo pro zpětnou dodávku dopravuje při snižování tlaku brzdovou kapalinu od brzdových válečků přes zásobník, popř. tlumící komoru, zpět do hlavního brzdového válce a vytváří tak dostatečný zdroj energie pro další brzdění [6].

- **Zásobník a tlumící komora**

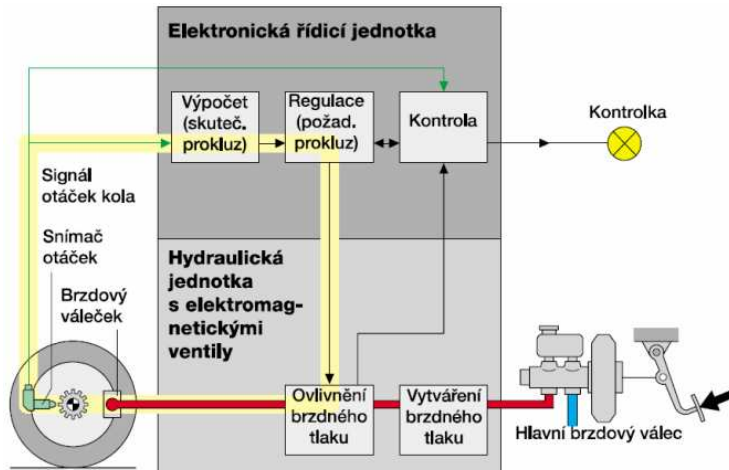
Zásobník a tlumící komora jsou umístěny ve spodní části hydraulické jednotky. Úlohou zásobníku je rychlá absorpce náhle vzniklého přebytku brzdové kapaliny při fázi snižování tlaku. Tlumící komora tlumí tlakové kmitání hydraulického systému a snižuje tím zpětné účinky na brzdový pedál, také snižuje úroveň hluku [6].

- **Magnetické ventily**

V horní části hydraulické jednotky jsou umístěny 3 nebo 4 páry elektromagnetických ventilů (vstupní a výstupní), vždy podle toho, zda se jedná o jednotku 3- nebo 4- kanálového systému ABS. Magnetické ventily provádějí modulaci tlaku v brzdových válečcích během regulace ABS [6].

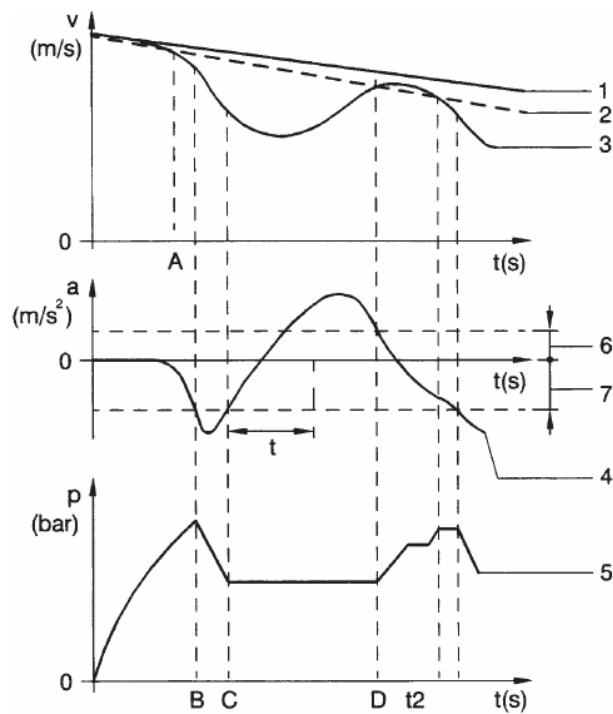
Činnost magnetických ventilů můžeme rozdělit na tři základní pracovní polohy:

- 1) zvyšování tlaku,
- 2) udržení tlaku,
- 3) snižování tlaku.



Obr. 6 – Ukázka regulačního okruhu systému ABS [6]

2.2 Regulační systém ABS



Obr. 7 – Regulační systém ABS [6]

Legenda k Obr. 7:

- 1 – Skutečná rychlost vozidla, 2 – Referenční rychlost vozidla,
- 3 – Obvodová rychlost kola, 4 – zrychlení/zpomalení kola,
- 5 – Tlak v brzdové soustavě, 6 – pásmo přípustného zrychlení,
- 7 – Pásmo přípustného zpomalení,
- bod A – začátek cyklu výpočtu zpomalení,
- bod B – snížení brzdného tlaku,
- bod C – udržení sníženého tlaku,
- Bod D – nový cyklus bzdění.

Popis regulace

Signály (střídavé) vysílané snímači otáček kol do řídicí jednotky jsou vstupním zesilovačem přeměněny v obdélníkové signály (digitální). Frekvence těchto signálů poskytuje řídicí jednotce informace o rychlosti (3) a zrychlení/zpomalení (4); to platí pro každé kolo. Kombinací obvodových rychlostí všech kol vznikne výpočtem referenční rychlost (2), která je trvale aktualizována a je porovnávána se skutečnou rychlostí vozidla (1).

V paměti řídicí jednotky jsou uloženy prahové hodnoty zrychlení/zpomalení (6) a (7), které nesmí být žádným z kol překročeny. Řídicí jednotka potom systematicky, trvale a velmi rychle porovnává hodnoty zrychlení/zpomalení kol s prahovými hodnotami a při brzdění udržuje kola v otáčivém pohybu.

Pokud řidič působí na pedál brzdy, mohou kola zpomalovat s rozdílnou hodnotou zpomalení. Pokud vozidlo zpomaluje nebo se zastavuje zpomalením, které je uvnitř povoleného pásma, systém ABS nebude působit.

Pokud však následkem velké síly působící na pedál brzdy poklesne obvodová rychlost kola k referenční rychlosti vozidla, systém spustí cyklus výpočtu zpomalení (bod A).

Při překročení prahové hodnoty zpomalení (7), systém začne pracovat tak, že řízením elektromagnetických ventilů sníží tlak (bod B). Po snížení tlaku a po krátkém zpoždění vlivem setrvačných hmot se obnoví otáčení kola.

Při poklesu hodnoty zpomalení pod prahovou hodnotu (7) systém řízení vstoupí do fáze udržování tlaku (bod C) [6].

Pokud se během přednastavené doby (t) neobnoví správná obvodová rychlost kola, dojde k dalšímu snížení tlaku.

Kolo normálně dosáhne takové rychlosti, která přesahuje rychlost referenční.

Potom se zahájí nový cyklus brzdění (bod D), který se vyznačuje třemi fázemi, při nichž snižuje nebo zvyšuje brzdny tlak vytvářený tlakem nohy řidiče na pedál brzdy.

Požadavky na systém ABS

Systém ABS musí splňovat celou řadu náročných požadavků, především z oblasti bezpečnosti a techniky komponentů brzdových soustav.

- Regulace brzdění musí zajistit stabilitu a říditelnost vozidla při všech stavech jízdní dráhy a to jak za sucha, tak za mokra, až náledí vozovky.
- ABS musí při brzdění maximálně využívat součinitele tření (adheze a boční síly) mezi vozovkou a koly vozidla (stabilita a říditelnost vozidla má přednost před zkrácením brzdě dráhy).
- Regulace musí pracovat v celé rychlostní oblasti vozidla až do minimální rychlosti (obvykle 6 – 8 km/h).
- Regulace brzdění se musí rychle přizpůsobit změnám přilnavosti vozovky.
- Při brzdění na vozovce s různou přilnavostí, na levé a pravé straně vozidla, vznikají stáčivé momenty, které mají za následek destabilizaci vozidla. Vznik a zvětšování těchto momentů musí být pomalé, aby byl i nezkušený řidič schopen na tento stav vozidla jednoduše zareagovat a danou situaci bezpečně zvládnout.
- Při brzdění v zatáčce musí vozidlo zůstat stabilní a říditelné s co nejkratší brzdou dráhou.
- Regulace brzdění musí rozeznat aquaplaning a vhodně na něj zareagovat. Vozidlo musí zůstat stabilní a pohybovat se v požadovaném, např.: v přímém směru.
- Musí zabránit rozkmitání vozidla.
- Bezpečnostní obvody musí neustále kontrolovat bezchybnou funkci systému ABS. Jestliže kontrolní systém zjistí závadu, která by mohla mít vliv na průběh brzdění, systém ABS je vypnut. Řidič je informován rozsvícením kontrolky (ABS) o vyskytující se závadě na systému a zároveň že má základní brzdovou soustavu – bez ABS.

3 INFORMAČNÍ ZDROJE V OBLASTI BRZD A PROCESU BRZDĚNÍ NA WEBOVÉM PROSTŘEDÍ

Na internetových stránkách je k tématu brzdy nepřehledné množství odkazů, ale tyto odkazy se většinou zabírají hlavním úkolem, a to prodejem brzdových segmentů a náležitým příslušenstvím.

Při procházení webových stránek s tematikou diagnostiky brzd bychom mohli prameny informací rozdělit na:

- seznámení s diagnostickým zařízením v rámci propagačních prospektů výrobců a prodejců zařízení.

- popis měření na určitém zkušebním zařízení.

Webové stránky z konstrukčního hlediska brzdových soustav a prvků brzd nejsou na internetu v dostatečné míře zastoupeny.

Příklady webových stránek:

1) Webové stránky obchodníků s brzdovým segmentem.

<http://www.brzdy.cz>

Webová stránka je spíše informačního charakteru o prodejci, místě, kontaktu na prodejce a sortimentu, který obchodník nabízí.

2) Webové stránky diagnostických zařízení.

<http://aa.bosch.cz>

<http://www.maha-cz.cz>

<http://www.hofmann-cz.cz>

<http://www.volny.cz/motex>

<http://www.univer.cz>

Na těchto webových stránkách je nabídka prodejců a výrobců diagnostického zařízení. Stránky jsou nejen určeny k prodeji, ale také přinášejí čtenáři nové informace z technického pohledu. Mezi výhody návštěvy stránek uvedme jejich jednoduchost (snadnou ovladatelnost). Při jakýchkoliv dotazech k jednotlivým uvedeným produktům se lze obrátit na příslušné oddělení, kde obdržíme podrobnější vysvětlení popřípadě názornou ukázkou.

3) Webové stránky zabývající se praktickým měřením.

<http://odl.mendelu.cz/autozkusebna/testy.htm>

Webová stránka je vytvořena Mendlovou zemědělskou a lesnickou univerzitou v Brně, Ústavem základů techniky a automobilové dopravy. Jejich úkolem je seznámit návštěvníky s druhy jednotlivých testů provedených v rámci výuky, ale i výzkumné činnosti. Zařízením, na kterém jsou uvedené zkoušky provedeny, je vozidlová válcová zkušebna od fa. MEZSERVIS Vsetín typ 4VDM E120-D.

Toto zařízení je jediným provozuschopným zařízením v ČR. V menu galerie jsou uvedeny fotografie z měření, které jsou také obsaženy v propagačních materiálech, prezentujících výrobce zkušebny.

Hlavním přínosem této webové stránky je přehlednost zobrazených informací a vhodnost volby barevného pozadí.

http://sweb.cz/Josef.posta/publik/Pub_141.htm

Na této stránce je uveden příspěvek zabývající se některými technickými možnostmi a přednostmi dynamického měření brzdných sil vozidlových brzd na rychloběžné válcové zkušebně.

Charakteristika stránky – seznamuje čtenáře s metodou dynamického zkoušení brzd s možnou názornou ukázkou protokolu ze zkoušky brzd provedené na vozidle Škoda Favorit 135. Výsledkem zkoušky jsou údaje o účinku brzd na jednotlivých kolech.

Autor se zabývá v jedné z částí vlivem velikosti ovládací síly na pedál při měření účinku brzd. V závěru je shrnuto hodnocení technického stavu brzd.

Stránka je bez dalšího členění. Dalo by se říci, že se jedná o krátký výtah z nějaké odborné zprávy.

4) Webové stránky zabývající se podstatou konstrukce a výrobou brzd.

<http://skoda.panda.cz>

Charakter této webové stránky je určen především pro osoby zabývající se o vozy Škoda, kde je možnost se seznámit s technickými informacemi o vozidlech. Prvním odkazem v hlavním menu jsou brzdění. Po otevření odkazu BRZDY se o nich zobrazí několik článků. Mezi velmi zajímavé články zařadíme ABS II a Vše o brzdách.

Ke každému z témat článků je možnost vyjádření názoru a hodnocení formou diskuze.

Jediné, co bychom mohli vytknout, je dlouhá časová obměna diskusních témat.

<http://www.trw.cz>

Společnost TRW a.s. se jednou ze svých činností zabývá také výrobou brzdových systémů pro vozidla tuzemského výrobce, ale i pro zahraniční vozidla.

Na webových stránkách je popsána výroba, nové koncepční prvky zaváděné do vývoje a názornost jednotlivých druhů produktů. V případě, že potřebujeme např. nové kotouče a brzdové destičky, je k dispozici podle modelu vozidla obrazová část těchto komponentů, u kterých jsou uvedeny objednávací čísla, a zároveň limitní hodnoty pro jejich provoz.

Stránky jsou na vysoké úrovni, z čehož vyplývá i snadná orientace.

4 LEGISLATIVA PRO BRZDY A PROCES BRZDĚNÍ SILNIČNÍCH VOZIDEL

4.1 Česká legislativa k brzdám a procesu brzdění

Předpisy pro požadavky kladené na brzdy a proces brzdění vydává pro Českou republiku Ministerstvo dopravy a spojů. Tyto podmínky jsou zahrnuty v zákoně č. 56/2001 Sb., tento zákon pojednává o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

Dalším normalizačním bodem v oblasti brzd je norma ČSN 30 0550, která platí již od roku 1966.

Česká legislativa, tj. zákon č. 56/2001 Sb. k brzdám a k procesu brzdění vychází z předpisů Evropské hospodářské komise (EHK) OSN.

4.2 Mezinárodní legislativa – Evropská hospodářská komise (EHK) OSN

Předpisy EHK

Každému předpisu ošetřujícímu určitou oblast např. brzdy, je přiřazeno pořadové číslo, které se při novelizaci (aktualizaci) nemění. Změnou v předpisu při aktualizaci je pouze změna příslušné série, ta je číselného nárůstu, např. 00,01,02,... za tečkou nebo lomítkem [6].

Brzdy a veškeré náležitosti k procesu brzdění mají přiřazeno číslo 13.

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu systému pro brzdění motorových vozidel kategorií M, N a jejich přípojných vozidel kategorií O podle definice v Souhrnné rezoluci pro konstrukci vozidel (R.E.3) [8].

Oblast působnosti tohoto předpisu nezahrnuje:

- vozidla, jejichž konstrukční rychlost nemůže přesáhnout 25 km/h,
- přípojná vozidla, která se nesmějí připojit za motorová vozidla s konstrukční rychlostí přesahující 25 km/h,
- vozidla zařízená pro řízení invalidy [8].

Předpis stanovuje

Definice, postup podání žádosti o homologaci nebo o rozšíření její platnosti při změně typu systému brzdění nebo o ukončení platnosti homologace po ukončení výroby typu [8].

Postup udělení homologace a způsob označení homologovaného výrobku,

Rozsah a postup zkoušek:

- typu systému brzdění a účinků brzdových systémů ovládaných mechanicky, hydraulicky, pneumaticky i elektricky,
- určitých vozidel specifikovaných v Dohodě o dopravě nebezpečných nákladů,
- doby náběhu tlaku u vozidel s pneumatickými brzdovými systémy,
- zdrojů a zásobníků energie (akumulátory),
- systémů pružinových brzd,
- vozidel s nájezdovými brzdami,
- vozidel s protiblokovacími systémy,
- vozidel s elektrickými ovládacími vedeními,
- některých částí brzdových systémů [8].

Postupy pro řízení a kontrolu shodnosti výroby (COP), postup odběru a hodnocení vzorků, postihy při nedodržení shodnosti.

Tab. 1 – Předpis EHK č. 13 – přehled nejdůležitějších částí a příloh [8]

PŘÍLOHA 1	Brzdová zařízení, metody a podmínky brzdění, které nejsou obsaženy v tomto předpisu
PŘÍLOHA 2	Osvědčení o udělení homologace, rozšíření homologace, odmítnutí homologace, odejmutí homologace, ukončení výroby
Dodatek 1 Dodatek 2	Seznam údajů o vozidle pro účely homologací podle předpisu č. 90 Osvědčení o homologaci typu brzdového zařízení vozidla
PŘÍLOHA 3	Uspořádání homologačních značek
PŘÍLOHA 4	Zkoušky brzdění a účinky brzdových systému
Dodatek 1	Postup sledování stavu nabití baterie
PŘÍLOHA 5	Doplňková ustanovení pro určitá vozidla specifikovaná v dohodě ADR
PŘÍLOHA 6	Metoda měření doby náběhu tlaku pro vozidla s pneumatickými brzdovými systémy
Dodatek	Příklad simulátoru
PŘÍLOHA 7	Ustanovení pro zdroje a zásobníky energie (akumulátory energie)
PŘÍLOHA 8	Specifická ustanovení pro systémy pružinových brzd
PŘÍLOHA 9	Ustanovení pro systémy parkovacího brzdění s mechanickým blokováním brzdových válců (brzdy s blokováním)
PŘÍLOHA 10	Rozdělení brzdících sil na nápravy vozidel a podmínky pro splnitelnost mezi tažným a přípojným vozidlem
PŘÍLOHA 11	Případy, v kterých není nutné vykonat zkoušky typu I a/nebo typu II (nebo typu IIa) nebo typu III
Dodatek 1 Dodatek 2 Dodatek 3 Dodatek 4	Tabulky Alternativní metody zkoušek typu I a typu III pro brzdy přípojných vozidel Vzor formuláře zkušebního protokolu stanoveného v dodatku 2 k této příloze Vzor formuláře zkušebního protokolu pro alternativní automatické seřizovací zařízení brzdy uvedené v dodatku 2 k této příloze
PŘÍLOHA 12	Požadavky na zkoušky vozidel s nájezdovými brzdami
Dodatek 1 Dodatek 2 Dodatek 3 Dodatek 4	Obrázky Protokol o zkouškách ovládacího zařízení nájezdové brzdy Protokol o zkouškách brzdy Protokol o zkouškách vzájemného přiřazení ovládacího zařízení nájezdového brzdění, převodu a brzd na přívěsu
PŘÍLOHA 13	Ustanovení pro zkoušky vozidel s protiblokovacími systémy
Dodatek 1 Dodatek 2 Dodatek 3 Dodatek 4	Tabulka: značky veličin a definice Využití adheze Brzdící účinek na površích s rozdílnou adhezí Metoda volby povrchu s nízkým součinitelem adheze
PŘÍLOHA 14	Požadavky na zkoušky přívěsu s elektrickými brzdovými systémy
Dodatek	Graf
PŘÍLOHA 15	Metodika zkoušky brzdových obložení na setrvačnickém dynamometru

Tab. 2 – Historie předpisu EHK č. 13 (Brzdění vozidel kategorie M, N, O) [6]

Platnost od	Číslo série změny	Poznámka
01.06.1970	00	Základní znění
29.08.1973	01	
11.07.1974	02	
04.01.1979	03	
11.08.1981	04	
26.11.1984	05	
22.11.1990	06	Zavádí povinnost samostatných zařízení brzd
18.09.1994	07	Zavádí povinnost třecích mater. neobsahujících azbest
26.03.1995	08	Zavádí povinnost vybavení ABS pro kategorie M3, M2, N3, N2, O3
28.8.1996	09	

4.3 Předpisy o účinnosti brzd

Pro vyhodnocení brzdného účinku, což je maximální povolená brzdná dráha a minimální brzdné zpomalení, které musí vozidlo dosáhnout pro jednotlivé typy zkoušek vozidlových brzd, stanovuje zmiňovaný předpis EHK č. 13. v Tab. 3.

Z předpisu EHK č. 13 vyplývá, že provozní brzdy vozidla musí být schopny zastavit vozidlo na dráze dané rovnicí:

$$s \leq v_0 \left(t_1 + \frac{t_2}{2} \right) + \frac{v_0^2}{2 \cdot a} = K_1 \cdot v_0 + \frac{v_0^2}{K_2} \quad [\text{m}] \quad (4-1)$$

$$K_1 = \left(t_1 + \frac{t_2}{2} \right) \cdot \frac{1}{3,6} \quad (4-2)$$

$$K_2 = 2 \cdot a \cdot 3,6^2 \quad (4-3)$$

kde: s - je brzdná dráha [m], v_0 - je počáteční rychlost [$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]

t_1 - je doba prodlevy brzd [s], t_2 - je doba náběhu působení brzdného účinku [s]

a - je brzdné zpomalení [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$], K_1, K_2 - jsou konstanty.

Podle vyhlášky mají konstanty hodnoty:

$K_1 = 0,1$ pro mechanické nebo hydraulické brzdy,

$K_1 = 0,15$ pro pneumatické brzdy.

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

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

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

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

Tab. 3 – Zkoušky brzd [8]

Kategorie vozidel		M_1	M_2	M_3	N_1	N_2	N_3
Typ zkoušky		0, I	0, I	0,I,II	0, I	0, I	0,I,II
Zkouška typu 0 s odpojeným motorem	v_j	80	60	60	80	60	60
	$s \leq$	$0,1v+v^2/150$	$0,15v+v^2/130$				
	s_j	50,7	36,7	36,7	61,2	36,7	36,7
	$a_{stř} \geq$	5,8	5,0				
Zkouška typu 0 se zapojeným motorem	$v=0,8_{max}, a_{le} \geq$	160	100	90	120	100	90
	$s \leq$	$0,1v+v^2/130$	$0,15v+v^2/103,5$				
	s_j	212,9	111,6	91,8	157,1	111,6	91,8
	$a_{stř} \geq$	5,0	4,0				
	$F \leq$	50	70				
Parkovací brzdění musí zabránit protáčení kol na svahu nejméně [v %]		30	18- samotné vozidlo 12- souprava				

Legenda k Tab. 3:

v – skutečná počáteční rychlost změřená při zkoušce, která musí být velmi blízká jmenovité počáteční rychlosti [km.h^{-1}],

v_j – jmenovitá počáteční rychlost při zkoušce [km.h^{-1}],

s – brzdná dráha [m], při zkoušce se změří přesně počáteční rychlost a jejím dosazením do uvedených vzorců se vypočítá mezní hodnota brzdné dráhy pro každý konkrétní případ,

s_j – jmenovitá brzdná dráha [m], platí jen pro hodnoty jmenovité počáteční rychlosti; u zkoušek se zapojeným motorem je hodnotou brzdné dráhy jen pro uvedené nejvyšší počáteční rychlosti a pro daný případ se musí vypočítat u příslušného vzorce,

$a_{stř}$ – střední hodnota plného brzdného zpomalení [ms^{-2}],

F – síla působící na ovládací ústrojí [N],

v_{\max} - maximální konstrukční rychlost vozidla [km.h^{-1}].

4.4 Typy zkoušek brzd

Zkoušky brzd odpovídají druhům brzdění: provozní, nouzové, parkovací brzdění

Provozní brzdění

- Zkouška typu „0“ - základní zkouška účinku brzd je prováděna za studena. Provádí se s celkovou hmotností, kterou deklaruje výrobce, a s pohotovostní hmotností. Ze základních předpokladů, které výrobce uvádí, musí být dodrženo rozložení hmotnosti na jednotlivé nápravy. Průběh zkoušky se sestává ze dvou částí, první je s odpojeným motorem a druhá je se zapojeným motorem při různých rychlostech [4].
- Zkouška typu „I“ – zkouška ztráty brzdného účinku. Cílem zkoušky je ověřit brzdny účinek vozidla o celkové hmotnosti, kde opakovaně brzdíme a rozjíždíme se na stanovenou rychlost. Na konci každé kategorie definovaného cyklu provedeme měření účinku brzd, jako pro shodné podmínky typu „0“ s odpojeným motorem. Výsledek se porovná s výsledky naměřenými za studena, výsledné procento odlišnosti se nesmí nacházet pod stanovenou hranicí [4].

- Zkouška typu „II“ – zkouška chování na dlouhých svazích. Zkouška se provádí na dráze s 6 % klesáním, dlouhém 6 km a se zařazeným vhodným převodovým stupněm. Předpokladem je, že vozidlo je plně naloženo a pohybuje se střední rychlostí.

Po sjezdu se provede opět zkouška typu „0“ s vypnutým motorem. Výsledky se porovnají s limitními hodnotami a nesmějí být nižší [4].

Nouzové brzdění

- Ověření účinku soustavy nouzového brzdění se provádí za podmínek zkoušky typu „0“ s odpojeným motorem ze stanovených počátečních rychlostí pro jednotlivé kategorie vozidel a s použitím maximálně stanovených ovládacích sil [4].

Parkovací brzdění

- Jak již je uvedeno v Tab. 3, soustava pro parkovací brzdění musí udržet vozidlo na svahu 18 %, a to v obou směrech.
U jízdních souprav je požadavek udržení na svahu 12% v obou směrech [4].

5 ANALÝZA MOŽNOSTI JÍZDNÍCH ZKOUŠEK A DIAGNOSTIKY BRZDOVÝCH SOUSTAV SILNIČNÍCH VOZIDEL

5.1 Možnosti jízdních zkoušek

Jízdní zkouška brzd je jednou z možností kontroly velikosti zákonem stanovené brzdné dráhy, a dále při ní je možnost ověření funkčnosti omezovače brzdného účinku, posilovače brzdové soustavy, protiblokovacího zařízení, atd. Jízdní zkouška se provádí především při homologačních zkouškách. Při zvláštním provedení zkoušky a užitím speciálního zařízení je také možno zjišťovat směrovou stabilitu při procesu brzdění. Vychýlení z přímého směru je patrně způsobeno nesouměrností účinku brzd na levé a pravé straně nápravy.

Úkolem jízdních zkoušek je především měření zpomalení, brzdné dráhy, tlaku v ovládací soustavě, ovládací síly na brzdovém pedálu a ohřátí brzd

Pro jízdní zkoušky brzdného účinku platí norma ČSN 30 0550.

5.1.1 Měření zpomalení vozidla

Decelerometry

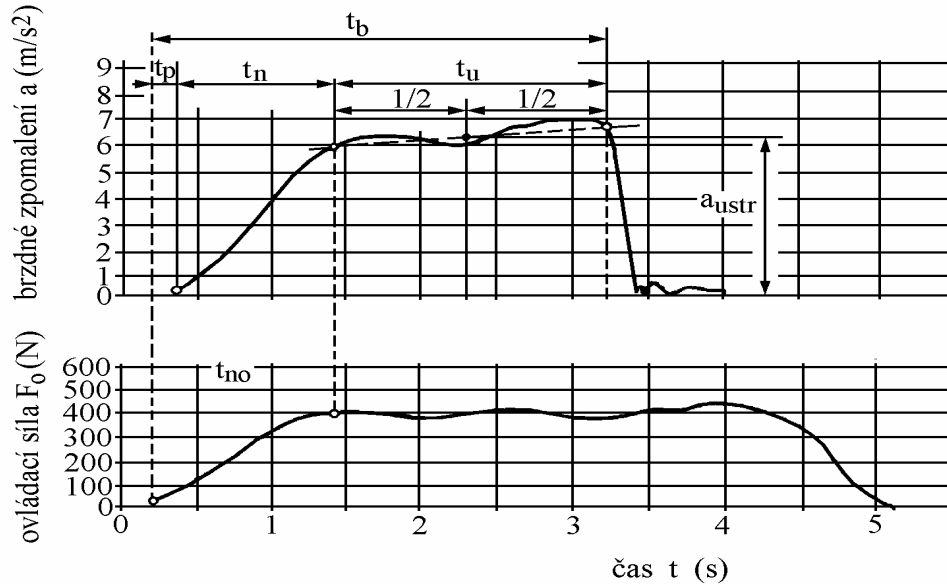
Jsou nejjednodušší přístroje určené pro zkoušení účinku brzdové soustavy, jejich použití je jen pro hrubé orientační měření. Tyto přístroje ukazují největší hodnotu zpomalení vozidla při brzdění, které je v tomto případě kritériem brzdného účinku.

Jejich funkce je většinou odvozena z pohybu kyvadla (vychýlení kyvadla je úměrně zpoždění). Mimo přístroje s mechanickým kyvadlem se používali decelerometry, kde funkci kyvadla vykonává náplň rtuti působící na zbarvenou kapalinu. Podle intenzity brzdění vytlačuje vlivem setrvačného účinku rtuť zbarvenou kapalinu. Měřitelný rozsah přístroje je od 0 až do 9 ms^{-2} [1].

Decelerografy

Dokonalejší přístroje pro zjišťování zpomalení jsou vybaveny registračním zařízením. Závaží o určité hmotnosti pohyblivě uložené v jedné rovině se při brzdění pohybuje proti pružině. Pohyb závaží úměrný zpomalení se mechanismem přenáší na

zapisovací hrot. Tento hrot zaznamenává velikost zpomalení na registrační papír. Přístroj většinou bývá také vybaven záznamovým zařízením, které zaznamenává velikost působící síly v průběhu zpomalování (pedometr) [1].



Obr. 8 – Názornost záznamu z decelerografu [1]

Hodnoty, které lze hodnotit ze záznamu v Obr. 8., nejsou jen největší zpomalení, ale také:

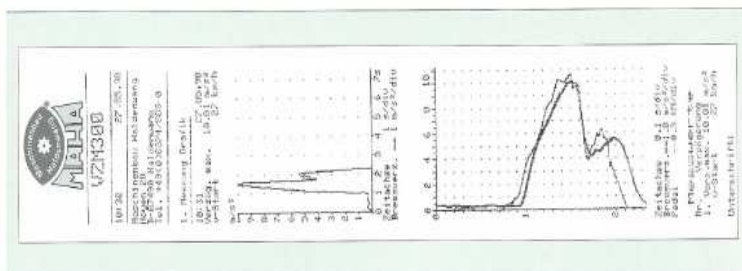
- velikost ovládací síly,
- doba prodlevy brzd,
- doba náběhu brzdění,
- doba plného brzdění,
- doba celkového brzdění,
- střední hodnotu plného brzdného zpomalení.

Střední plné brzdné zpomalení se určuje způsobem naznačeným v Obr. 8. nebo se vypočítá ze vztahu.

$$a_{str} = \frac{1}{t_u} \cdot \int_0^{t_u} a(t) dt \quad [\text{ms}^{-2}] \quad (5-1)$$

Moderní decelerometry dokumentují zpomalení vozidla v závislosti na čase pomocí piezoelektrického snímače. Na tento snímač jsou přenášeny setrvačné síly závaží.

Hodnotu naměřenou přístrojem je možno zobrazit na digitálním displeji nebo vytisknout. Pokud má přístroj vestavěnou tiskárnu [1].



Obr. 9 – Měřicí přístroj firmy MAHA typ VZM 300 [6]

Obr. 10 - Grafický záznam měření z přístroje VZM 300 [6]

5.1.2 Měření brzdné dráhy

Měření brzdné dráhy na zkušební vozovce je pro získání objektivní hodnoty neovlivněné jinými faktory velice náročné. Náročnost spočívá především v kvalitě zkušební dráhy a působení povětrnostních podmínek.

Požadavky na zkušební dráhu:

- tvrdá a rovná vozovka, která bude suchá s dostatečnou povrchovou adhezí,
- úsek dráhy by měl být přímého směru o nejmenší délce 200 m
a sklonu nejvýše 0,5 %.

Požadavky na vozidlo:

- zkouška s předepsaným zatížením,
- pneumatiky nahuštěny na předepsaný tlak,
- seřízené brzdy.

Značkovací zařízení

Podstatou tohoto způsobu měření je vystřelování barevných značek na vozovku, měření času a vzdálenosti mezi značkami.

Celé zařízení je ovládáno řidičem ve vozidle. Na začátku celé zkoušky se vozidlo pohybuje danou konstantní rychlostí. Řidič ručním spínačem provede první odpálení

značky a v tom samém okamžiku dochází k zapnutí stopek. Vozidlo se ještě několik sekund pohybuje konstantní rychlostí [1].

Po dotyku řidiče na brzdový pedál, kde je umístěn spínač pro odpálení druhé značky a zároveň pedometr (zařízení na měření působící síly) se zaznamená mezičas na stopkách a dochází k odpálení druhé značky. Řidič brzdí až do úplného zastavení, během brzdění nesmí dojít k blokaci některého z kol.

Vzdálenost mezi první a druhou značkou a zároveň čas na stopkách slouží k určení skutečné počáteční rychlosti. Vzdařenost mezi druhou značkou a odpalovacím zařízením umístěným na stojícím vozidle je naše hledaná brzdná dráha [1].

K vyloučení vlivu sklonu vozovky a větru se provádí zkouška v obou směrech dvakrát.

Počáteční rychlost vozidla by se neměla lišit s přesností 1 %.

Výpočet počáteční rychlosti a středního brzdného zpomalení:

$$v_0 = \frac{s_1}{t_1} \quad [\text{ms}^{-2}] \quad (5-2)$$

$$a = \frac{v_0}{t_2} \quad [\text{ms}^{-2}] \quad (5-3)$$

kde: s_1 – vzdálenost mezi první a druhou značkou [m],
 t_1 – čas potřebný na ujetí mezi značkami jedna a dva [s],
 t_2 – čas doby brzdění [s].

5.1.3 Další přístroje pro provádění jízdních zkoušek kontroly brzdného účinku

Optické přístroje

Tento systém měření jízdních vlastností vozidla je bezdotykový a bezprokluzový.

Při jízdních zkouškách se používá optický snímač Leitz – CORREVIT L. Tento snímač měří okamžitou rychlost jízdy a přídatné zařízení (mikropočítač) počítá brzdnou dráhu a zpomalení vozidla. Výsledné hodnoty lze odečíst na číselném displeji [1].

Vlečné kolo

Vlečné kolo je zařízení používající se k dynamickým jízdám, tedy i pro zkoušky brzdných vlastností vozidla.

Jde o výklopné rameno s kolem zanedbatelné hmotnosti. Vlečené kolo se připevňuje většinou na zadní nárazník nebo k pomocné konstrukci. Odvalující se kolo po vozovce je ohybným hřídelem spojeno číslicovým nebo registračním přístrojem. Z číslicového přístroje je možno velmi přesně a rychle zjistit počáteční rychlost, brzdnou dráhu i brzdné zpomalení [1].

5.2 Diagnostika brzdových soustav

Kontrolní zařízení, na kterých se převážně provádí kontrola brzdových soustav, jsou plošinové zkušebny, válcové zkušebny a setrvačnickové zkušebny.

5.2.1 Plošinové zkušebny

Plošinová zkušebna je v zásadě tvořena dvěma nebo čtyřmi plošinami, které slouží k měření brzdných sil. U plošin čtyřplošinových má každé kolo vozidla (u čtyřkolového vozidla) k dispozici vlastní zkušební dráhu.

Konstrukce zkušebny: - plošiny jsou pohyblivé v horizontální rovině. V průběhu brzdění vozidla na zkušební dráze je plošina v pohybu s vozidlem ve směru jízdy. Silovými snímači (tenzometry) je snímán pohyb desek po desetínách milimetru a měněn na proporciální elektrický signál. To umožňuje zachycení každé fáze brzdného děje. Pro vysokou přesnost měření je zapotřebí mít vysokou frekvenci měření [1].

Hlavní předností plošinové zkušebny brzd je dynamické měření, tj. poměr brzdových sil mezi přední a zadní nápravou. Tímto způsobem lze posoudit funkci omezovače brzdných sil zadní nápravy.

Některé plošiny mají rozšířené možnosti diagnostiky podvozku vozidla, kde např. využívají svislého rozkmitu vozidla při brzdění pro hodnocení tlumící soustavy podvozku. Tento test podvozku je pouze orientační, protože měří pouze první tři amplitudy svislého kmitání na každém kole, z čehož se určí střední hodnota pro jednotlivá kola nápravy pravé a levé strany. Čím je výsledná hodnota nižší, tím je tlumení účinnější [1].

Měření na plošinové zkušebně je bez omezení pro vozidla 4x4, vybavených ABS a výhodou je i v provádění měření u nízkých sportovních automobilů.

Průběh měření:- rychlost vozidla najíždějícího na zkušební plošinu je stanovena konstrukcí plošiny a bývá od 5 do 15 [km h⁻¹]. Při najetí na měřicí desky začne řidič brzdit. Pro zvýšení přesnosti měření se doporučuje využít celé délky plošiny k zabrzdění vozidla. Časová náročnost testu je uváděna výrobcem na cca 6 sekund [6].



Obr. 11 – Ukázka vzhledu plošinové zkušebny HEKA [6].

5.2.2 Válcové zkušebny brzd

Zkoušky brzdové soustavy na válcových zkušebnách lze rozdělit na základní typy: pomaloběžné zkoušky brzd, rychloběžné zkoušky brzd a dynamické zkoušky brzd.

Rozdělení válcových zkušeben podle charakteru měření:

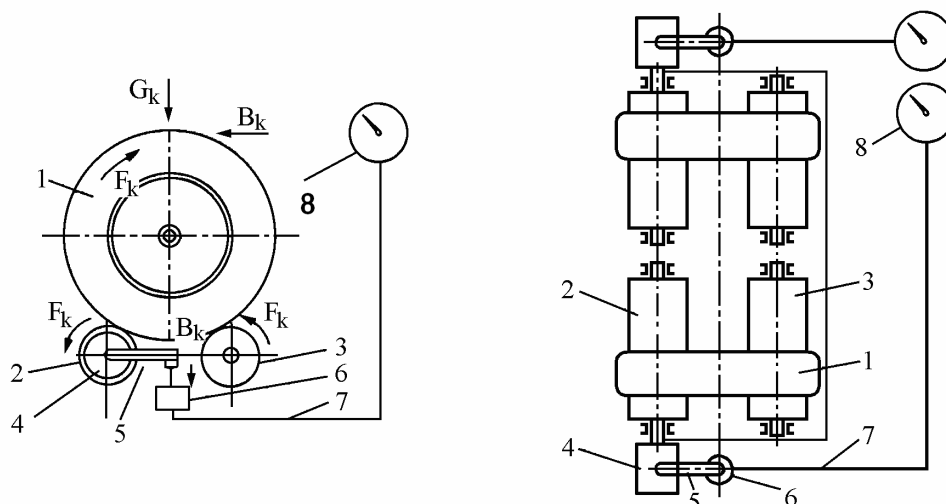
- **válcové zkušebny pro nízké rychlosti:** zařízení standardizované na STK, umožňuje diagnostikovat brzdovou soustavu, neověří chování brzd při vyšších rychlostech.
- **válcové zkušebny pro nízké rychlosti a dynamické zkoušky:** odstraňuje nedostatek předešlé zkušebny, možnost zkoušení i při vyšších proměnných rychlostech,
- **válcové zkušebny pro dynamické zkoušky:** zkouší brzdy pouze při proměnné rychlosti, neumožní statickou diagnostiku brzdové soustavy dle požadavků STK,
- **válcové zkušebny pro vysoké rychlosti:** umožňuje zkoušet vozidlo při statických rychlostech až do max. rychlosti vozidla a taktéž při proměnných rychlostech [7].

Válcové zkušebny pomaloběžné

Válcová zkušebna pomaloběžná měří brzdné síly na obvodech kol nápravy automobilu při rychlosti do 5 km h^{-1} . Tento typ zkoušení brzd vychází z Metodiky kontroly brzdových soustav osobních automobilů, schváleným MVŽP-SD pod č.j. SD/12-7083/89, podle níž jsou zkoušeny brzdové soustavy vozidel na STK v České Republice.

Válcovou stanicí pro měření brzdných sil tvoří dva páry hnacích válců, které bývají většinou zabudované v podlaze. Zkušební válce o průměru v rozmezí 150 až 300 mm jsou otočně uloženy v rámu. Jeden z válců v páru je poháněn elektromotorem a na druhý válec se hnací moment přenáší zpravidla pomocí válečkového řetězu poháněného od prvního válce. Mezi poháněný první válec a elektromotor je vložena převodová skříň se stálým redukčním převodem. Tato převodová skříň se natáčí kolem své podélné osy, která je totožná s osou poháněného válce. K hnací jednotce (převodové skříni) je připevněno rameno, prostřednictvím kterého se přenáší moment. Volný konec ramene působí na snímač tlakové síly, viz Obr. 12. Nejpoužívanější snímače jsou odporové tenzometry. Při působení tlakové síly tenzometrický pásek změní svou délku úměrně k velikosti brzdné síly. Elektrický způsob měření má za následek velkou spolehlivost, přesnost a necitlivost na změnu vnější teploty [1].

Při měření brzdné síly na obvodu kola je vozidlo postaveno na zkušební válce předními, popřípadě zadními koly (jestliže se jedná o válcovou zkušebnu jednonápravovou). Brzdná síla působící na obvodu kola vyvolá reakční moment, který působí proti smyslu otáčení měřicího válce a je úměrný velikosti brzdné síly. Výsledkem reakčního momentu je natočení hnací jednotky, což způsobí natočení ramene. Rameno působí tlakem na snímač, který je spojen s registračním zařízením např. zapisovacím, analogovým nebo digitálním ukazatelem [1].



Obr. 12- Válcová zkušebna pro měření brzdných sil [2]

Legenda: 1 - kolo vozidla, 2 - zadní válec,

3 - přední válec, 4 - elektromotor s převodovkou,

5 - momentové rameno, 6 - snímač,

7 - převod na měřicí systém (hydraulický, elektrický, pneumatický aj.),

8 - ukazatel brzdných sil, G_k - tíha vozidla připadající na kolo,

B_k - brzdná síla na obvodě kola působící proti směru hnací síly F_k .

Jednou z možností odlišného způsobu měření brzdné síly je měření provedené elektrickým způsobem. Tento způsob je založen na skutečnosti, že se zvětšující se brzdou silou dochází k zvyšování příkonu hnacího elektromotoru. Hodnota navýšení příkonu je potřebná pro udržení konstantní rychlosti otáčejících se válců. Měřicím přístrojem je v tomto případě wattmetr [1].

Mezi hnací válce bývá umístěn třetí válec o mnohem menším průměru, nazývá se signální válec, který je ke kolu přitlačován pružinou pro stálý styk a je opatřen snímačem (tachodynamo, fotoelektrický otáčkoměr). Signální válec je volně unášen otáčejícím se kolem. Při zvětšující se hodnotě skluzu se zmenšuje obvodová rychlost kola a tím i signálního válce, zatímco rychlost měřicích válců je konstantní. Signály vysílané snímačem na prostředním válci jsou vyhodnoceny spínacím zařízením a v případě určité hodnoty skluzu (15 až 20 %) zapojí toto zařízení výstražnou signalizaci, popř. vypne hnací elektromotor [1].

Válcové zkušebny rychloběžné

Podle principu měření dělíme zkušebny na tři druhy:

- a) Válce jsou trvale poháněny elektromotory o velkém příkonu. Měření na takové rychloběžné zkušebně jsou principiálně stejná jako na pomaloběžné zkušebně, jen s tím rozdílem, že se využívá vyšší rychlosti zkušebních válců [1].
- b) Válce, jejichž pohon se po dosažení příslušné zkušební rychlosti odpojí, nazýváme tzv. setrvačnickové stanice. Při měření se zpomalují setrvačné hmoty, na které působí brzdná síla na obvodu kola, průběh působení je až do úplného zastavení válců. Výsledkem měření je dráha odvalujícího kola (brzdná dráha) nebo čas (případně obě veličiny zároveň) [1].
- c) Stanice zařízené pro oba dva způsoby měření.

U setrvačnickových válcových zkušeben není výkon elektromotorů mařen brzdnými silami od kol vozidla, ale brzdné síly maří energii akumulovanou v setrvačnosti válců [1].

Základní předností zvýšení rychlosti v průběhu zkoušky je skutečnost, že brzdy jsou zde namáhány způsobem odpovídajícím jejich zatěžováním v reálném provozu. Přednost výhod je v hledisku vytvoření kontroly pro obslužné systémy, tj. ABS a různých brzdových asistentů, které jsou při malých obvodových rychlostech kol zpravidla automaticky vyřazovány z činnosti a při měření na pomaloběžných válcích se tudíž neprojevují. Opět je možno jako u předešlé zkušebny pozorovat závislost brzdné síly jednotlivých kol na ovládací síle a čase.

Výhodou zařízení je, že obsluha může plynule měnit rychlost zkušebních válců. Mezi nevýhody zařazujeme nemožnost diagnostikování ovality brzdového bubnu a deformace brzdového kotouče.

Tento typ zkoušek se zejména uplatní při záběhu a zahřívání brzd, a dále pak při diagnostice závad vyskytujících se v určitém rozsahu provozních rychlostí vozidla [1].

Dynamické zkoušky brzd

Stručná charakteristika vozidlové válcové zkušebny typu 4VDM E120 se stejnosměrnými dynamometry od firmy MEZSEZVIS Vsetín.

Vozidlová válcová zkušebna se stejnosměrnými dynamometry představuje moderní měřicí zařízení pro zkoušení výkonu a brzd osobních a užitkových automobilů do výkonu 240 kW na každé ose a to do rychlosti 200 km/hod. Použití stejnosměrných dynamometrů na každém válci (kole vozidla) a elektricky ovládaných spojek umožňuje konfigurovat zkušebnu podle požadované zkoušky a provádět autokalibraci zkušebny, případně kalibraci s vozidlem. Vzhledem k integrované setrvačné hmotnosti umožňuje zkušebna provádět jak statické, tak dynamické zkoušky.

Vlastní zkušebna je zabudována v montážní jámě, kde na tuhém základním rámu jsou umístěny ložiska válců o průměru 1,2 m a šířce 0,6 m. Zkoušené vozidlo jede po povrchu válců, jejichž povrch je upraven pro dosažení požadované adheze a je zachyceno speciálním záchytným zařízením. Blok přední osy je umístěn pevně, blok zadní osy posuvně v rozmezí požadovaného rozvoru. Rozpojení levého a pravého válce na každé ose zajišťují elektricky ovládané zubové spojky. Toto řešení umožňuje statické a dynamické měření brzdných sil, při zkouškách výkonu musí být oba válce spojeny. Vlastní dynamometry typu SDS 225S604 jsou umístěny pod válci zkušebny. Propojení s válci a tím přenos brzdných a hnacích sil je proveden pomocí ozubených řemenů. Každý válec je vybaven pneumaticky ovládanými brzdami pro umožnění najetí vozidla a bezpečnostní zabrzdění. Na základním rámu jsou rovněž uchyceny podpěry pevného a posuvného krytí vozidlového dynamometru [6].

Pohony dynamometrů řízené a konfigurované řídicím počítačem zkušebny zajišťují všechny požadované funkce zkušebny:

- samostatný pohon či brzdění na každé ose,
- samostatné měření rychlostí a sil na každém válci,
- při dynamickém měření výpočty sil ze zrychlení či zpomalení na každém válci včetně monitorování funkce ABS,
- měření a kalibraci pasivních ztrát vozidlového dynamometru a vozidla [6].

S příslušným SW vybavením tato zkušebna umožňuje:

- zkoušení brzdových systémů dynamicky z vysokých rychlostí,
- zkoušení výkonu motoru vozidla v celém rozsahu zkušební rychlosti staticky, i dynamicky (vnější charakteristika),
- simulaci jízdy na vozovce [6].

5.3 Zkoušení vozidel se systémem ABS

Diagnostiku funkčnosti systému ABS je možno provádět následujícími způsoby:

- 1) V současné době je diagnostika ABS prováděna pomocí palubního - OBD (On Board Diagnostic) či externího diagnostického zařízení, které je schopno prověřit funkci akčních členů v systému.
- 2) Na moderních válcových zkušebnách sem patří např. vozidlová válcová zkušebna typu 4VDM E120, lze provádět monitorování funkce systému ABS na jednotlivých kolech vozidla.

5.3.1 Diagnostika systému ABS pomocí testovacího zařízení

Pro provedení diagnostiky systému ABS je zapotřebí dodržet jistá ustanovení a nařízení, které mají především bezpečnostní charakter.

- ABS je bezpečnostní systém a jeho opravy smí provádět jen vyškolený personál,
- z bezpečnostních důvodů je testování a oprava možná jen pomocí testovacího zařízení, přípravku a náradí, které jsou k tomuto účelu určeny,
- pokud došlo k uvolnění hydraulických spojů, je nutné po jejich utažení celý systém odvzdušnit, provést nízkotlakou a vysokotlakou zkoušku těsnosti,
- před zahájením jakékoliv práce na systému ABS je zapotřebí vyčistit paměť závad např. pomocí diagnostického testeru,
- je zakázaná jízda s odpojeným konektorem od řídicí jednotky ABS,

- konektor řídicí jednotky je možno odpojit pouze při vypnutém zapalování, mohlo by dojít k poškození řídicí jednotky ABS,
- šrouby na hydraulické jednotce nesmí být povolovány, s výjimkou tvořící šrouby krytu při výměně magnetických ventilů, nebo relé motoru čerpadla,
- závady v systému jsou zapsány do paměti řídicí jednotky, jak již bylo popsáno dříve v kapitole 2, proto po jejich odstranění musí být provedena zkušební jízda, při které je nutno minimálně po dobu 30 s jet rychlostí vyšší než 60 km/h [7].

Před vlastním testem systému ABS je nezbytné dodržení jistých předpokladů, pro bezchybné otestování systému:

- poloha a vzdálenost snímačů kol od ozubeného věnce musí být ve správných hodnotách, které jsou stanoveny pro bezporuchovou činnost,
- kostřicí vedení motoru čerpadla na hydraulické jednotce musí být v pořádku,
- konektor řídicí jednotky ABS je řádně nasazen a zajištěn pojistkou proti možnému uvolnění,
- napájecí napětí je větší než 10,5 V,
- během testování nevystavovat elektroniku systému ABS působení elektromagnetickému rušení [7].

Palubní diagnostické zařízení - OBD

Po každém zapnutí zapalování provede systém vlastní test. Tento test je signalizován rozsvícením kontrolky ABS, které zhasne asi za 2 s, ale průběh vlastního testu je ukončen nejdříve po dosažení rychlosti 20 km/h, protože některé chyby a odchylky je možné rozpoznat jen při jízdě vozidla. Vnitřní kontrola zahrnuje test spínání relé, náběh čerpadla zpětné dodávky, kmitání brzdového pedálu a vyhodnocení hodnověrnosti rychlosti kol. Při rozpoznání chyby se systém ABS vypne a chyby se uloží do řídicí jednotky systému ABS [6].

Zaznamenání závad do řídicí jednotky se vztahuje jen na elektrickou/elektronickou část systému, tzn., že jsou rozpoznány jen chyby, které ovlivňují elektrické signály. Řídicí jednotka rozlišuje mezi závadami sporadickými a statickými. Pokud se v systému

vyskytne sporadická chyba a po větším počtu úspěšných startů motoru (např. po deseti u vozu značky FORD) se již nevyskytuje, je z vnitřní paměti závad automaticky vymazána. Statická chyba zůstává v paměti závad až do doby vyčtení externím diagnostickým zařízením a následným vymazáním této chyby [6].

Externí diagnostické zařízení

Elektronické diagnostické přístroje pro provádění kontroly systému ABS můžeme rozdělit do tří různých skupin.

1) Diagnostické zařízení se sériovým rozhraním

Základem pro diagnostiku ABS systému pomocí externího testovacího zařízení je navázání komunikace s řídicí jednotkou.

Komunikace se skládá z identifikace systému, vyčtení paměti závad, vymazání paměti závad, vyčítání skutečných hodnot, testu akčních členů a statického testu.

Zahájení komunikace je možné jen při stojícím vozidle a zapnutém zapalování. Většina systémů neumožňuje navázání komunikace, jestliže je vozidlo v pohybu a jeho rychlost je větší než 2,75 km/h. Pokud dojde při komunikaci s řídicí jednotkou k překročení rychlosti vozidla více než 20 km/h, komunikace se přeruší.

S řídicí jednotkou systému je komunikace prováděna např. pomocí testeru firem AVL, BOSCH (KTS-500), ATAL (Multi-Di@g), V.A.G. (1552), V.A.S. (5051 B), MOTORSCAN. [6]



Obr. 13 – Ukázka diagnostických zařízení

Při zjištění závady v systému ABS se provádí tzv. **Test akčních členů**.

Před vlastním provedením testu akčních členů je zapotřebí provést vymazání možných závad v paměti řídicí jednotky, jinak by testovací zařízení nemohlo provést spuštění testu.

Test akčních členů zahrnuje řadu operací, jejich doba trvání je závislá na složitosti systému.

Rozbor vybraných testů akčních členů a jejich možné příčiny:

Kontrolka ABS

Po aktivaci kontrolky ABS musí kontrolka blikat, pokud neblinká, je nutné odstranit závadu.

Možné příčiny mohou být např. vadná kontrolka, vadné vedení mezi kontrolkou a ŘJ, vadný koncový stupeň v ŘJ, vadné napájecí vedení mezi kontrolkou a konektorem ŘJ [6].

Motor čerpadla

Test funkce motoru čerpadla se provádí aplikačním příkazem činnosti tohoto motoru čerpadla po dobu 5 s, kde je chod motoru lidským uchem slyšitelný. Jestliže motor čerpadla není v činnosti, jsou možné následující příčiny, např. přerušené vedení, přechodové odpory, nízké napětí, vadný motor čerpadla, nebo relé motoru [6].

Mezi další akční členy patří: Magnetické ventily, Snímače otáček kola, aj.

2) Diagnostický box místo řídicí jednotky

Pro provádění diagnostiky se používá nejčastěji tzv. propojovací panel, který je na kabely připojen místo řídicí jednotky. Číslování zdířek na propojovacím panelu je účelné pro zapojení měřících přístrojů např. osciloskopu, multimetru aj., se tak může měřit odpor snímačů a magnetických cívek a napětí na čidlech.

Mezi výrobce tohoto druhu zařízení patří fa. Weber Elektronik s výrobkem Profinn 1000, fa. Bosch s KDAS 0003 tento zkušební přístroj umožňuje provádět diagnostiku bez jakékoliv další měřící techniky. Další fa. je Wabco která vyrábí diagnostické přístroje nejen pro osobní, ale jejich produkce je zaměřena i pro nákladní vozidla.

Důležitou zásadou tohoto diagnostického měření je, že měření se smí provádět pouze na stojícím vozidle, nesmí být prováděno za jízdy [1].



Obr. 14 – Diagnostické boxy

3) Diagnostika založená na určení diagnózy mezi řídicí jednotkou a kabelovým svazkem

Tento způsob diagnostiky je jediný, při kterém může být prováděna kompletní analýza systému za jízdy. Zobrazení naměřených hodnot je buď na display, nebo pomocí diod.

Firmy zabývající se výrobou těchto diagnostických zařízení jsou především výrobci systému ABS, jako je např. fa Lucas s Laser 2000, fa Bendix, pro kterou přístroj Pilot 1010 vyrábí Allied Signal. Dalším výrobcem zařízení je fa Syskes – Pickavant s modelem ME4D00 [1].

5.3.2 Diagnostika systému ABS pomocí moderních válcových zkušeben

Možnosti zkoušení vozidel s ABS na moderních zkušebnách:

- ověření funkčnosti vlastní brzdové soustavy tj. stav hydraulického okruhu, brzdového obložení, kotoučů apod. pomaloběžnou nebo dynamickou zkouškou.
- ověření funkčnosti snímačů otáček v kole vozidla protáčením zkušebnou a komunikací s řídicí jednotkou ABS.
- monitorování činnosti ABS při dynamické nebo rychloběžné zkoušce brzd. Jedná se o přesné měření skutečné rychlosti otáčení každého kola. Ze záznamu lze odečíst frekvenci regulačních zásahů pro každé kolo vozidla [6].

Nevýhodou spočívající v této zkoušce je, že vlastní systém ABS provádí regulační zásahy až při dosažení velkého skluzu blížícího se blokování. Proto je potřeba použít povrch válců takový, aby i při těchto skluzech nedošlo k poškození pneumatik [6].

6 KONTROLA BRZDOVÝCH SOUSTAV OSOBNÍCH AUTOMOBILŮ NA POMALOBĚŽNÉ VÁLCOVÉ ZKUŠEBNĚ

Popis a vyhodnocení kontroly je stanoven Metodikou č.j.: SD/12-7083/89, která je závazná pro kontroly na STK v České republice.

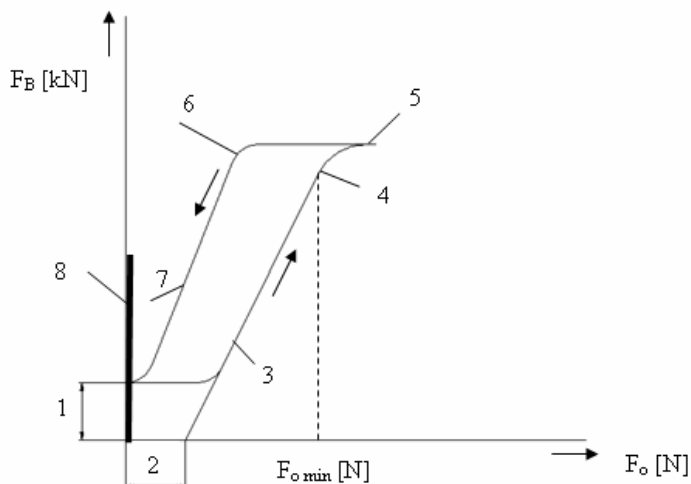
Při měření na válcové zkušebně se měří závislost brzdné síly na velikosti ovládací síly, výsledkem znázornění je tzv. Charakteristika brzdy kola. Z tvaru brzdových charakteristik lze stanovit nejen brzdny účinek vozidla, ale srovnáním s typickým tvarem charakteristiky pro dané vozidlo lze identifikovat případné závady na brzdové soustavě vozidla. Pro vozidla s malou ovládací silou se používá znázornění brzdné síly v závislosti na čase. Časový záznam se blíží svým charakterem zápisu brzdného zpomalení získaného při jízdě zkoušce, jen jeho vyhodnocení je poněkud složitější.

Měření se provádí jak s posilovačem v činnosti, tak s posilovačem vyřazeným z činnosti.

K měření velikosti ovládací síly je zapotřebí zařízení tzv. pedometru, bývá součástí zkušeny.

6.1 Charakteristika brzdy kola

Typickým průběhem brzdové charakteristiky je Obr. 15, na kterém je znázorněna závislost brzdné síly na síle ovládací. Důležitý bod, kdy lineární charakteristika začíná ztrácet svůj průběh, je v okamžiku skluzu kola. Tato situace nastává při 5 % přesmyku kola na válcích. Plocha mezi vzestupnou a sestupnou větví brzdné charakteristiky vyjadřuje tzv. hysterezi brzdy, jež charakterizuje pasivní odpory v ovládní brzd [5].



Obr. 15 – Brzdová charakteristika [5]

Legenda: F_o – ovládací síla. F_B – brzdná síla,

1 – hodnota pasivního odporu kola,

2 – teoretický (silový) počátek náběhu brzdné síly,

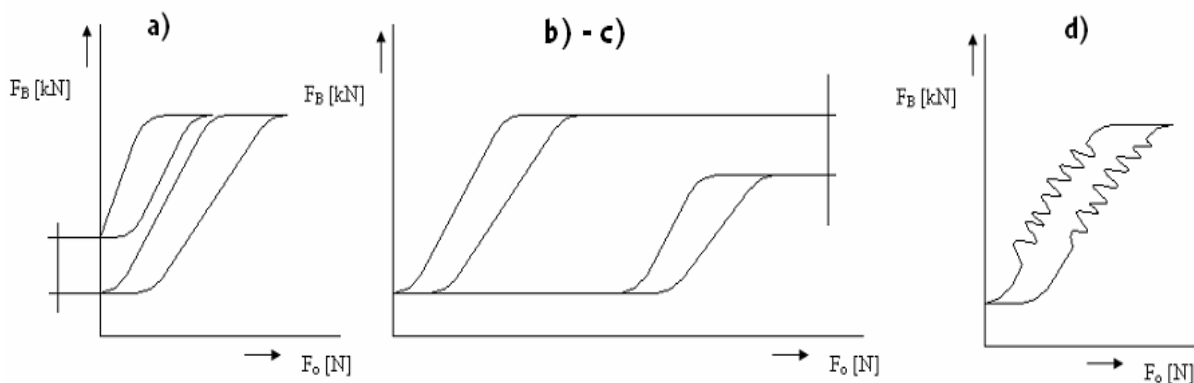
3 – charakteristika brzdění, 4 – začátek přesmyku kola,

5 – přesmyk kola (blok kola), 6 – odbrzdění kola,

7 – lineární pokles, 8 – hodnota brzdné síly parkovací brzdy.

6.2 Identifikace závad z brzdové charakteristiky

Nejčastějšími projevy závad je změna tvaru brzdové charakteristiky. Tato změna projevu je zaznamenána v Obr. 16.



Obr. 16 – Změny brzdové charakteristiky [5]

Legenda k Obr. 16

Podle metodiky měření mohou nastat následující případy změny:

- a) Zvýšený odpor kola,
- b) Provozní brzda snížený brzdový účinek,
- c) Provozní brzda zvýšený brzdový účinek,
- d) Ovalita brzdového bubnu nebo deformace kotouče.

Dalšími příčinami změny brzdové charakteristiky mohou být:

- vážnutí brzdových válečků, - funkčnost posilovače, - brzda trvale brzdí,
- příliš silné vratné pružiny, - mastnota na brzdě.

6.3 Vyhodnocení zkoušky na válcové zkušební pomaloběžné

Celý proces brzdění na pomaloběžné válcové zkušební umožňuje posoudit pouze fázi plného brzdění a to změřením brzdných sil na obvodu kola za předpokladu stejné ovládací síly.

Parametr zbrzdění

1. Postup při odečítání hodnot z grafického záznamu měření:
 - 1) Určíme, které kolo blokovalo jako první.
 - 2) Určíme ovládací sílu pod hranicí blokace prvního z kol.
 - 3) Pro stanovenou ovládací sílu (z bodu 2.) odečteme brzdovou sílu pro každé z kol vozidla, sečteme tyto síly - výsledkem je síla F_B .

K hodnocení brzdného účinku, který jsou brzdy schopny vyvodit, se používá parametr **z – zbrzdění** a je definován vztahem:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n F_{Bi}}{G} \cdot 100 = \frac{F_B}{m \cdot g} \cdot 100 \quad [\%] \quad (6-1)$$

kde $\sum_{i=1}^n F_{Bi} = F_B$ – je součet brzdných sil naměřených na kolech vozidla

při stejné ovládací síle [N], n – počet brzděných kol,

m – celková hmotnost vozidla (včetně váhy řidiče) [kg],

g – tíhové zrychlení [ms^{-2}].

Brzdnou sílu je možno vyjádřit jako každou sílu součinem hmotnosti a zrychlení, platí:

$$F_B = m \cdot a_{stř} \quad [\text{N}] \quad (6-2)$$

kde $a_{stř}$ – střední hodnota plného brzdného zpomalení [ms^{-2}],
 m – celková hmotnost vozidla (včetně váhy řidiče) [kg].

Pro zbrzdění z po dosazení vyplývá:

$$z = \frac{F_B}{G} \cdot 100 = \frac{m \cdot a_{stř}}{m \cdot g} \cdot 100 = \frac{a_{stř}}{g} \cdot 100 \approx \frac{a_{stř}}{10} \cdot 100 \approx 10 \cdot a_{stř} \quad [\%] \quad (6-3)$$

Minimální hodnota zbrzdění z [%] se rovná přibližně desetinásobku hodnoty příslušného plného brzdného zpomalení. Příklad výpočtu pro kategorii vozidla M_1 , kde minimální hodnota pro střední plné brzdné zpomalení je $a_{stř} = 5,8$ [ms^{-2}]:

$$z_{p \min} = \frac{a_{stř}}{g} \cdot 100 = \frac{5,8}{9,81} \cdot 100 = 59 \quad [\%] \quad (6-4)$$

Pro konečné stanovení hodnocení, zda vozidlo vyhovuje nebo ne, musíme přenést naměřené hodnoty na podmínky brzdění na vozovce.

Vzhledem k rozdílnosti velikosti brzdné síly, naměřené na válcové zkušebně – jízdni zkoušce na vozovce se pro eliminaci tohoto rozdílu zavádí korekční součinitel k . Pro osobní a dodávková vozidla byl korekční součinitel k stanoven 1,15. Vztah pro eliminaci rozdílu za předpokladu, že velikost brzdné síly na válcové zkušebně je větší, než brzdné síly na vozovce [5].

$$F_{Bv} = \frac{F_B}{k} = \frac{F_B}{1,15} \quad [\text{N}] \quad (6-5)$$

kde F_{Bv} – brzdná síla dosažená na vozovce [N],
 F_B – brzdná síla změřená na válcové zkušebně při stejné ovládací síle jako při zkoušce na vozovce [N].

Potom bude zbrzdění na vozovce:

$$z = \frac{F_B}{k \cdot m \cdot g} \cdot 100 \quad [\%] \quad (6-6)$$

Hodnota prodlevy brzd

Hodnota prodlevy brzd F_{op} odpovídá velikosti pasivních odporů v brzdovém ústrojí. Velikost F_{op} ovlivňují např. pružiny v brzdovém ústrojí, tření pístů a manžet, ... atd [5].

Určení této síly provedeme z grafu postupem:

1) Vzestupnou větev brzdové charakteristiky předního kola protáhneme na osu ovládací síly a odečteme hodnotu F_{op1} . V případě, že jsou hodnoty na kolech přední nápravy rozdílné, vypočítáme aritmetický průměr z těchto hodnot.

2) Stejným způsobem se bude postupovat při získávání hodnoty silové prodlevy F_{op2} na zadních kolech.

3) Vypočteme hodnotu F_{op} pro celé vozidlo podle vzorce [5].

Znaménko + se použije v případě $F_{op1} < F_{op2}$

a znaménko – se použije v případě $F_{op1} > F_{op2}$.

$$F_{op} = F_{op1} \pm \frac{1}{3}(F_{op2} - F_{op1}) \quad [N] \quad (6-7)$$

kde: F_{op1} – hodnota silové prodlevy přední nápravy [N], dalo by se říci, že se jedná o ovládací sílu počátku brzděné síly přední nápravy,

F_{op2} – hodnota silové prodlevy zadní nápravy [N].

Výpočet ovládací síly

Z předpokládané skutečnosti, že brzdná síla je prakticky u všech typů kolových brzd osobních automobilů přímo úměrná ovládací síle. Navázáním na předešlý poznatek lze využít matematické metody odhadu, ta se nazývá lineární extrapolace.[5]

Výklad lineární extrapolace je zřetelný z Obr. 17. Z podobnosti trojúhelníků lze určit velikost zbrzdění z_1 , kterou dosáhne vozidlo při ovládací síle F_1 .

Vztahy vycházející z Obr. 17., možnost vypočítání ovládací síly F_1 , kterou vozidlo potřebuje pro minimální předepsané zpomalení $z_{p \min} = z_1$

$$\frac{z_1}{z} = \frac{F_1 - F_{op}}{F - F_{op}}$$

po úpravě:
$$F_1 = \frac{z_{p \min}}{z} \cdot (F - F_{op}) + F_{op} \quad [\text{N}] \quad (6-8)$$

nebo
$$F_1 = \frac{k \cdot g \cdot m \cdot z_{p \min}}{F_B \cdot 100} \cdot (F - F_{op}) + F_{op} \quad [\text{N}] \quad (6-9)$$

kde: F_B – je součet brzdných sil naměřených na kolech vozidla při ovládací síle F [N],

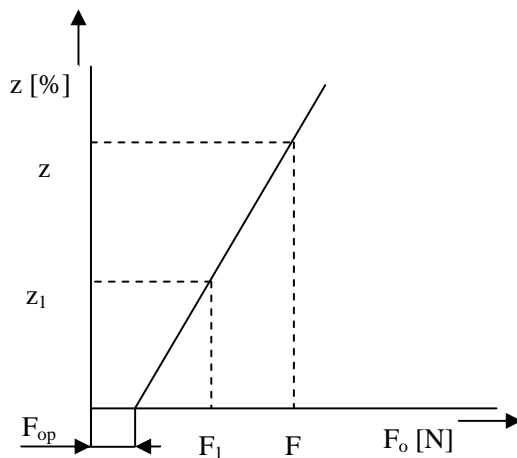
F – ovládací síla při brzdě síle F_B [N],

F_1 – ovládací síla, vycházející z předepsaného brzdného zpomalení $z_{p \min}$ [N],

F_{op} – silová prodleva ovlivněna odporem pružin a pasivními odpory [N],

$z_1 = z_{p \min}$ – zbrzdění, které by vozidlo dosáhlo při ovládací síle F_1 [ms^{-2}].

Legenda slouží i k popisu Obr. 17



Obr. 17 – Průběh zbrzdění vozidla [5]

Z předchozí rovnice porovnáme výslednou hodnotu s hodnotou odpovídající dané kategorii v Tab. 4. Je-li $F_1 \leq F_{p \max}$, kde F_1 je síla na pedál nutná pro předepsané zbrzdění $z_{p \min}$, $F_{p \max}$ je maximální přípustná ovládací síla [5].

Při splnění této podmínky hodnotíme brzdný účinek jako **vyhovující**.

Hodnoty limitního brzdného zpomalení dle platných stávajících předpisů, uvedeny v Tab. 4.

Tab. 4 – *Limitní hodnoty brzdného zpomalení provozní brzdy* [5]

Schválení	Kategorie	Nejmenší zbrzdění [%]	Přípustná ovládací síla [N]
Od 1.1.1953	Do 100 km/h	45	685
Do 1.1.1972	Nad 100 km/h	59	590
Po 1.1.1972	M1	59	490
	N1	45	685

Souměrnost působení brzd

Tento parametr se zjišťuje pro každou nápravu zvlášť, a to z výsledků naměřených na válcové zkušebně. Úkolem tohoto parametru je posouzení rozdílu brzdných sil dosažených na kolech téže nápravy při stejné velikosti ovládací síly [5].

Nesouměrnost N je dána vztahem:

$$N = \frac{F_{B1} - F_{B2}}{F_{B1}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (6-10)$$

kde: F_{B1} – větší brzdná síla (na jedné straně nápravy) [N],

F_{B2} – menší brzdná síla [N].

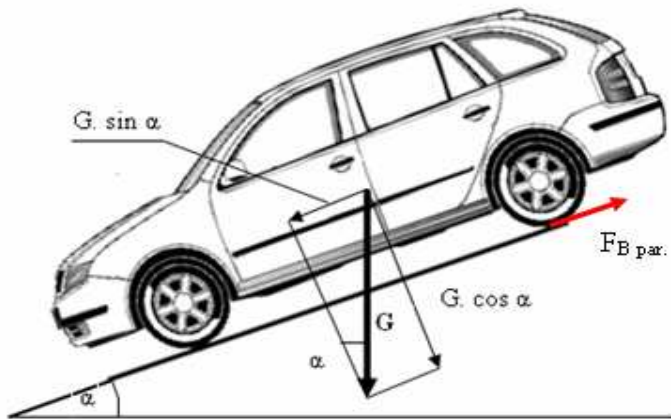
Podle stávajícího předpisu EHK 13 se brzdné síly na obvodu levého a pravého kola jedné nápravy mohou lišit maximálně o 30%, počítáno z větší hodnoty.

Účinek parkovací brzdy

Brzdová parkovací soustava musí zajistit kola naloženého vozidla proti otáčivému pohybu na podélně nakloněné rovině, a to v nezávislosti směru stojícího vozidla.

Z předpisu k účinku parkovací brzdy, uvedeného v Tab. 3 – *Zkoušky brzd*, lze odvodit brzdné síly, které musí působit na vozidla, aby předepsaná hodnota byla splněna [5].

Velikost brzdné síly odvodíme z rovnováhy sil stojícího vozidla na svahu, viz Obr. 18.



Obr. 18 – Síly působící na stojící vozidlo na svahu [5]

Výpočet:

$$F_{Bpar} = G \cdot \sin \alpha = m \cdot g \cdot \sin \alpha \quad [\text{N}] \quad (6-11)$$

kde: m – celková hmotnost vozidla [kg],

g – tíhové zrychlení [ms^{-2}],

α – úhel svahu [$^{\circ}$].

Z předepsaného sklonu (v Tab. 3) vypočteme hodnotu předepsaného úhlu α_p :

$$\alpha_p = \arctg \frac{s_p}{100} \quad [^{\circ}] \quad (6-12)$$

např. pro $s_p = 18 \%$ je velikost předepsaného úhlu $\alpha_p = \arctg \frac{18}{100} = 10,20^{\circ}$

kde: s_p – předepsaný sklon [%].

Každému z kol vozidla, na které působí parkovací brzda, musí náležet nejméně jeho podíl z celkové brzdné síly (F_{Bpar}) [5].

Výpočet velikosti brzdné síly parkovací brzdou na jednom kole:

$$F_{Bpar1} = \frac{F_{Bpar}}{i} \quad [\text{N}] \quad (6-13)$$

kde: F_{Bpar1} – brzdná síla na jednom kole [N],

F_{Bpar} – brzdná síla pro celé vozidlo [N],

i – počet kol, na které působí parkovací brzda.

Zkouška parkovací brzdy je stacionární zkouška, a proto není potřeba převádět pomocí koeficientu k výsledné hodnoty brzdných sil na válcové zkušební k hodnotám brzdných sil na vozovce [5].

7 PRAKTICKÉ MĚŘENÍ NA POMALOBĚŽNÉ VÁLCOVÉ ZKUŠEBNĚ

Praktické měření bylo provedeno na pomaloběžné válcové zkušebně brzd, výrobcem této zkušebny je fa. MOTEX a typové označení zkušebny je 7553 N. Měření proběhlo podle metodiky č.j. SD/12-7082/89 dne 27.3.2008 a 2.5.2008 na STK v Trutnově.

První měření, bylo provedeno v dobu, kdy se rozsvítila kontrolka ABS v zorném poli řidiče. Na záznamu z měření, viz příloha č. 1, bude provedena analýza a vyhodnocení naměřených hodnot. U druhého měření nebude provedeno přepočítání hodnot, ale bude pohlíženo pouze na hodnoty uvedené z měřícího zařízení.

Podmínky při prvním měření:

- venkovní teplota 13°C,
- teplota v prostorách zkušebny 20°C,
- vlhkost vzduchu 54 %.

Podmínky při druhém měření:

- venkovní teplota 16°C,
- teplota v prostorách zkušebny 19°C,
- vlhkost vzduchu 65%.

Data o vozidle: výrobcem je ŠKODA – AUTO a.s., datum výroby 6. 5. 2005, motor 1.9 TDI 96 kW, stav tachometru 47 934 km k datu 27. 3. 2008, výbava vozidla označena „comfort“ (obsahující systém ABS, ASR, ESP aj.).

Technická data o vozidle

- maximální výkon 96 kW/ při 4000 ot./min,
- provozní hmotnost 1465 kg, celková hmotnost 2050 kg,
- kola a pneumatiky 7J x 17 ET 37, 225/45 R17 91W,
- na přední nápravě jsou kotoučové brzdy FS III, kotouč je s vnitřním chlazením,
- na zadní nápravě jsou taktéž kotoučové brzdy,
- parkovací brzda působí na kola zadní nápravy.

Ukázka vybraného vozidla v příloze č.7.

Protokol z vlastního měření na válcové zkušebně viz příloha č. 1 a 2.

7.1 Příprava před vlastním měřením

Před zkouškou byla zkontrolována těsnost systému – vizuální kontrola. Odstraněny kamínky a nečistoty z běhounu pneumatik. Zkontrolován tlak v pneumatikách a zkontrolována geometrie řízení.

7.2 Vlastní měření

Zkoušku provedl technik STK, ten během zkoušky seděl ve vozidle a působil na brzdový pedál a obsluhoval dálkovým ovládním válcovou zkušebnu. Celá zkouška se skládala ze dvou částí. První měření bylo provedeno na přední nápravě s vypnutým motorem, čímž byl posilovač mimo činnost a s běžícím motorem, za působení posilovače. Druhé měření proběhlo úplně stejným způsobem, jen byla ještě provedena navíc kontrola parkovací brzdy.

7.3 Hodnoty odečtené z grafického záznamu

Hodnoty byly odečteny ze záznamu č. 1:

- a) z křivek s posilovačem při ovládací síle 60 N pro přední nápravu
a při ovládací síle 110 N pro zadní nápravu

levá přední (LP): $F_{B1} = 2340 \text{ N}$

pravá přední (PP): $F_{B2} = 2049 \text{ N}$

levá zadní (LZ): $F_{B3} = 1226 \text{ N}$

pravá zadní (PZ): $F_{B4} = 1431 \text{ N}$

- b) z křivek bez posilovače při ovládací síle 450 N, při které začíná skluz prvního kola.

LP: $F_{B1} = 2330 \text{ N}$ PP: $F_{B2} = 2105 \text{ N}$

LZ: $F_{B3} = 635 \text{ N}$ PZ: $F_{B4} = 703 \text{ N}$

- c) naměřené hodnoty parkovací brzdy.

LZ: $F_{Bpar1-L} = 1950 \text{ N}$ PZ: $F_{Bpar1-P} = 1824 \text{ N}$

8 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ NA POMALOBĚŽNÉ VÁLCOVÉ ZKUŠEBNĚ

8.1 Souměrnost působení brzd

Pro dosažení co největší přesnosti výpočtu dosazujeme maximální hodnoty brzdných sil odečtených při stejné velikosti ovládací síly na měřené nápravě.

V grafickém záznamu (příloha č. 1) je výsledná hodnota nesouměrnosti již zobrazena.

Kontrolní výpočet nesouměrnosti pro hodnoty uvedené v bodě **a)** z předchozí kapitoly 7., k výpočtu použijeme rovnici 6-10.

Přední náprava

$$N = \frac{F_{B1} - F_{B2}}{F_{B1}} \cdot 100 = \frac{2340 - 2049}{2340} \cdot 100 = 12,44 \quad [\%]$$

Zadní náprava

$$N = \frac{F_{B4} - F_{B3}}{F_{B4}} \cdot 100 = \frac{1431 - 1226}{1431} \cdot 100 = 14,33 \quad [\%]$$

Výsledné hodnoty nesouměrnosti přední a zadní nápravy jsou menší než předepsaná hodnota 30%, proto hodnotíme souměrnost brzd jako **vyhovující**.

Kontrolní výpočet nesouměrnosti pro hodnoty uvedené v bodě **b)** z předchozí kapitoly 7., k výpočtu použijeme rovnici 6-10.

Přední náprava

$$N = \frac{F_{B1} - F_{B2}}{F_{B1}} \cdot 100 = \frac{2330 - 2105}{2330} \cdot 100 = 9,66 \quad [\%]$$

Zadní náprava

$$N = \frac{F_{B4} - F_{B3}}{F_{B4}} \cdot 100 = \frac{703 - 635}{703} \cdot 100 = 9,67 \quad [\%]$$

Výsledné hodnoty nesouměrnosti přední a zadní nápravy jsou menší než předepsaná hodnota 30%, proto hodnotíme souměrnost brzd jako **vyhovující**.

8.2 Parkovací brzda

Hodnotu, kterou musí vozidlo parkovací brzdou vyvinout, vypočteme pomocí rovnic 6-11 a 6-12.

$$F_{Bpar} = G \cdot \sin \alpha = m \cdot g \cdot \sin \alpha = 1465 \cdot 9,81 \cdot \sin 10,20 = 2545 \quad [\text{N}]$$

Brzdná síla připadající na jednotlivá brzděná kola se vypočte podle rovnice 6-13

$$F_{Bpar1} = \frac{F_{Bpar}}{i} = \frac{2545}{2} = 1272,5 \quad [\text{N}]$$

Hodnoty uvedené v bodu c) v kapitole 6. porovnáme s vypočtenou hodnotou F_{Bpar1} .

$$F_{Bpar1-L} = 1950 \text{ N} > 1272,5 \text{ N}$$

$$F_{Bpar1-P} = 1824 \text{ N} > 1272,5 \text{ N}$$

Naměřené hodnoty na jednotlivých kolech splňují výše uvedenou podmínku, z čehož vyplývá, že parkovací brzda **vyhovuje**.

8.3 Výpočet velikosti ovládací síly

Vypočteme hodnotu ovládací síly, při které vozidlo dosáhne minimální předepsané zpomalení.

Potřebné hodnoty k výpočtu:

Prodleva brzd

– nejprve musíme určit příslušné hodnoty k výpočtu a poté vypočítat hodnotu prodlevy brzd F_{op} , viz předešlá kapitola 7.

Odečtené hodnoty z grafického záznamu příloha č. 1 a vypočítaný celkový výsledek

Přední náprava	$F_{op1-L} = 19,75 \text{ N}$	$F_{op1-P} = 16,35 \text{ N}$
----------------	-------------------------------	-------------------------------

aritmetický průměr:	$F_{op1} = \frac{F_{op1-L} + F_{op1-P}}{2} = \frac{19,75 + 16,35}{2} = 18,05$	[N]
---------------------	---	-----

Zadní náprava	$F_{op2-L} = 10,5 \text{ N}$	$F_{op2-P} = 6,75 \text{ N}$
---------------	------------------------------	------------------------------

aritmetický průměr:	$F_{op2} = \frac{F_{op2-L} + F_{op2-P}}{2} = \frac{10,5 + 6,75}{2} = 8,625$	[N]
---------------------	---	-----

Z podmínky pro výpočet $F_{op1} > F_{op2}$ použijeme znaménko -

$$F_{op} = F_{op1} \pm \frac{1}{3}(F_{op2} - F_{op1}) \quad [\text{N}]$$

$$F_{op} = F_{op1} - \frac{1}{3}(F_{op2} - F_{op1}) = 18,05 - \frac{1}{3} \cdot (8,625 - 18,05) = 21,19 \quad [\text{N}]$$

Celková brzdná síla:

Součet brzdných sil při stejné velikosti ovládací síly 60 N

$$F_B = \sum_{i=1}^n F_{Bi} = 2340 + 2049 + 765 + 885 = 6039 \quad [\text{N}]$$

Minimální zpomalení z_{pmin}

Pro kategorii N1 je podle předpisu $z_{pmin} = 45\%$ viz Tab. 4.

Výpočet výsledné velikosti ovládací síly provedeme pomocí rovnice 6-9.

$$F_1 = \frac{k \cdot g \cdot m \cdot z_{pmin}}{F_B \cdot 100} \cdot (F - F_{op}) + F_{op} \quad [\text{N}]$$

$$F_1 = \frac{1,15 \cdot 9,81 \cdot 2050 \cdot 45}{6039 \cdot 100} \cdot (60 - 21,19) + 21,19 = 88,07 \quad [\text{N}]$$

Maximální přípustná ovládací síla je uvedená v tab.4, pro počítanou kategorii vozidla je její hodnota $F_{pmax} = 685 \text{ N}$

Při vyhodnocení vypočtené hodnoty je splněna podmínka $F_1 \leq F_{pmax}$, proto vozidlo hodnotíme z hlediska brzdného účinku jako **vyhovující**.

Vyhodnocení měření na pomaloběžné válcové zkušebně MOTEX

Z grafického průběhu prvního měření 27. 3. 2008 je patrné zvýšení pasivního odporu kola na předním levém kole. Toto zjištění by se dalo přisuzovat nesprávnému tlaku v pneumatice, ale ten byl v toleranci udávané výrobcem vozidla, další možnou příčinou by mohlo být zvýšené tření v ložisku kola, nebo jiných částí ovlivňujících volné otáčení kola. Dále je ze záznamu zřejmé, že hystereze na pravém předním kole je větší, než na kole levém, zde se jedná zřejmě o váznoucí třmen.

U druhého měření ze dne 2. 5. 2008 záznam vykazuje zlepšení souměrnosti na přední nápravě, ale také nepříznivé zhoršení souměrnosti na zadní nápravě. Pasivní odpor kol přední nápravy je oproti předchozímu měření vyhovující, protože hodnota se liší minimálně, jen hystereze na pravém předním kole je opět poněkud rozdílná oproti protějším kole. Na zadní nápravě se příčiny projevují nesouměrností, spojují s následkem používání vozidla. To je v nedostatečném zatížení zadní nápravy, a tím pádem s omezením brzdění brzdících prvků. Vozidlo je často omýváno agresivními přípravky a tak dochází ke korozi brzdového kotouče.

8.4 Druhý případ z praktického měření na pomaloběžné válcové zkušební po výměně brzdového obložení a kotoučů, s následným měřením po záběhu

V příloze č. 3 a 4 je ukázán záznam z měření na pomaloběžné zkušební MAHA, která je součástí servisního zázemí firmy Stratos Auto spol. s r.o.

- BMW Hradec Králové.

Kontrolovaným vozidlem bylo Audi A6 3.0 TDI Allroad quattro, RZ: 3H1 7766, u tohoto vozidla bylo vyměněno brzdové obložení (destičky) i kotouče, jak na přední, tak na zadní nápravě.

První záznam měření je po výměně dne 9. 4. 2008 a druhý je ze dne 12. 5. 2008, kdy si zákazník stěžoval na zvýšený odpor kol a pocitu, že přední náprava přibrzdí.

Jak je vidět z protokolu, vyhodnocení oproti předchozímu měření není již grafické znázornění průběhu brzdění na jednotlivých kolech, ale je pouze formou tabulky s vypočtenými hodnotami. Nesouměrnost i valivý odpor se snížil po ujetí cca 3410 Km u přední nápravy, na kterou si osoba užívající vozidlo stěžovala. U zadní nápravy je taktéž vidět mírné zlepšení oproti předcházejícímu stavu, který byl po montáži nových komponentů.

9 PRAKTICKÉ MĚŘENÍ NA PLOŠINOVÉ ZKUŠEBNĚ BRZD

Praktické měření bylo provedeno na plošinové zkušebně brzd, výrobcem této zkušebny je fa. HEKA. Plošinová zkušebna je vybavena dvěma plošinami o délce 2 m, grafickým zobrazením velikosti brzdné síly na jednotlivých stranách vozidla, dálkovým ovládáním a záznamovým zařízením.

Měření proběhlo dne 19. 5. 2008 v autorizovaném autoservisu Škoda - Autostyl Trutnov.

Podmínky při měření:

- venkovní teplota 17°C,
- teplota v prostorách zkušebny 19°C,
- vlhkost vzduchu 68 %.

Měřeným vozidlem byla Škoda Superb 1.9 TDI 96kW, r.v. 2005 a RZ: 3H2 65 08.

8.1 Příprava před vlastním měřením

Před zkouškou byla zkontrolována těsnost systému – vizuální kontrola. Zkontrolován tlak v pneumatikách.

8.2 Vlastní měření

Celé měření provedl technik autoservisu. Vlastní měření se sestává ze tří částí.

Při prvním se měřila brzdná síla na přední nápravě, při druhé brzdná síla na zadní nápravě a při třetím měření se měřila velikost brzdné síly parkovací brzdy.

Předpoklad správného měření: vozidlo při každém z měření najíždí na měřicí desky stejnou rychlostí (10 km·h⁻¹).

Postup:

Při prvním měření – vozidlo jedoucí stanovenou rychlostí najede předními koly na měřící desky, v tom okamžiku začne technik brzdít až do zastavení, přitom využívá celé délky desek. Naměřené záznam zálóhuje pomocí dálkového ovládání.

Při druhém měření – postupujeme obdobným způsobem, jen s tím rozdílem, že technik začne brzdít v okamžiku, kdy jsou na měřících deskách zadní kola vozidla. Opět je třeba naměřené hodnoty zálóhovat.

Při třetím měření – postupujeme stejným způsobem jako při druhém měření, jen s tím rozdílem, že technik nepůsobí na brzdový pedál, ale působí na parkovací (ruční) brzdu. Dalším krokem je opět zálóhování naměřených dat.

Po ukončení třetího měření provedeme vytištění záznamu měření, v němž jsou zálóhované hodnoty z měření, které jsou vyhodnoceny přístrojem.
Záznam z měření viz příloha č. 20

Vyhodnocení měření zkoušky na plošinové zkušebně

Celé vyhodnocení naměřených brzdných sil je provedeno přístrojem, který ke každému měření uvádí procentuální rozdílnost nesouměrnosti.

Nesouměrnost lze vypočítat stejným způsobem jako u válcové zkušebny, ale dospěli bychom obdobným hodnotám, jenž jsou uvedeny v záznamu.

V záznamu je uvedena součtová hodnota (TOTAL BRZDA) výsledných brzdných sil na přední a zadní nápravě, a také součtová hodnota brzdné síly parkovací brzdy (ruční brzda).

V závěru záznamu je uvedeno procentuální rozložení brzdné síly mezi nápravami.

Záznam je zakončen hodnocením zda brzdný účinek vyhovuje či nevyhovuje.

V našem případě měření je hodnocení – BRZDA TEST OK.

10 PRAKTICKÉ MĚŘENÍ BRZDNÉHO ZPOMALENÍ

Úkolem tohoto měření bylo porovnat velikost brzdného zpomalení při rozdílných rychlostech, a to za stejných (velmi podobných) ovládacích silách na brzdový pedál.

Nejprve probíhalo měření s ABS systémem, a poté následovalo opětovné měření bez systému ABS.

Měření brzdného zpomalení bylo provedeno dne 13. 5. 2008 v obci Úlibice okr. Jičín, v časovém období od 17 do 19 hod.

Měřicím zařízením byl decelerometr s decelerografickým záznamem firmy MAHA VZM 100 doplněný pedometrem, toto zařízení pro vlastní měření zapůjčil pan Václav Holman z STK Úlibice.

Místo a podmínky měření:

GPS LOC: 50° 26' 7.618'' N, 15° 25' 56.7286'' E,

okolní teplota 23 °C, vlhkost 68%,

Asfaltovaná silnice, přímého směru, bez sklonu.

Popis měření:

Do vozidla bylo instalováno měřicí zařízení na místo spolujezdce na podlahu vozidla. Tam bylo připevněno pomocí lepicí pásky a dodatečně navíc ještě „suchým zipem“. Poté následovalo nastavení nivelety a kalibrace zařízení. K dodržení počáteční rychlosti před brzděním, jsme použili navigaci BMW - GARMIN, která ukazuje rychlost pohybujícího se vozidla. Ustálenou rychlostí se vozidlo pohybovalo v délce 250 m, kde v návaznosti na měřeném úseku, v soukromém vlastnictví, bylo na vozovce vyznačeno místo, kde při průjezdu vozidla zvukový signál informoval obsluhu vozidla provádějící zkoušku, že má začít brzdit.

Měření probíhalo pouze v jednom směru pro vyloučení vlivu sklonu vozovky na hodnoty zpomalení.

Během doby měření jsme získali třicet záznamů při různých rychlostech, a to jak se systémem ABS, tak bez tohoto systému.

V příloze 5 a 6 je ukázán průběh rozdílnosti brzdového zpomalení, ukázka 1) vozidlo vybaveno systémem ABS a 2) funkce ABS systému vypnuta.

Vyhodnocení měření brzdného zpomalení Úlibice

Ze záznamu měření vyplynulo, že brzdění se systémem ABS má nepatrně vyšší hodnoty zpomalení, protože vozidlo zpomaluje na hranici skluzu, ale při brzdění bez systému ABS je brzdné zpomalení obtížné objektivně hodnotit, protože snaha byla nedostat brzděná kola do smyku. Hlavním a podstatným ukazatelem by byla velikost brzdné dráhy, ale to už nebylo možné z časových a možnostních důvodů provést.

11 PRAKTICKÉ PROVEDENÍ DIAGNOSTIKY SYSTÉMU ABS

Vybraným vozidlem pro praktické provedení diagnostiky systému ABS je Škoda Superb RZ. 3H2 65 08,

Data o vozidle: výrobcem je ŠKODA – AUTO a.s., datum výroby 6. 5. 2005, motor 1.9 TDI 96 kW, stav tachometru 47 934 km k datu 27. 3. 2008, výbava vozidla označena „comfort“ (obsahující systém ABS, ASR, ESP aj.).

U vybraného vozidla se závada projevila rozsvícením kontrolky upozorňující řidiče, že v systému ABS se vyskytla chyba (závada) a systém ABS byl odpojen z činnosti. Další systémové komponenty zvyšující bezpečnost a pohodlí při jízdě signalizují nečinnost, viz Obr. 19.



Obr. 19 – Ukázka signalizace nečinnosti (závady) systému ABS

Postup zjištění závady

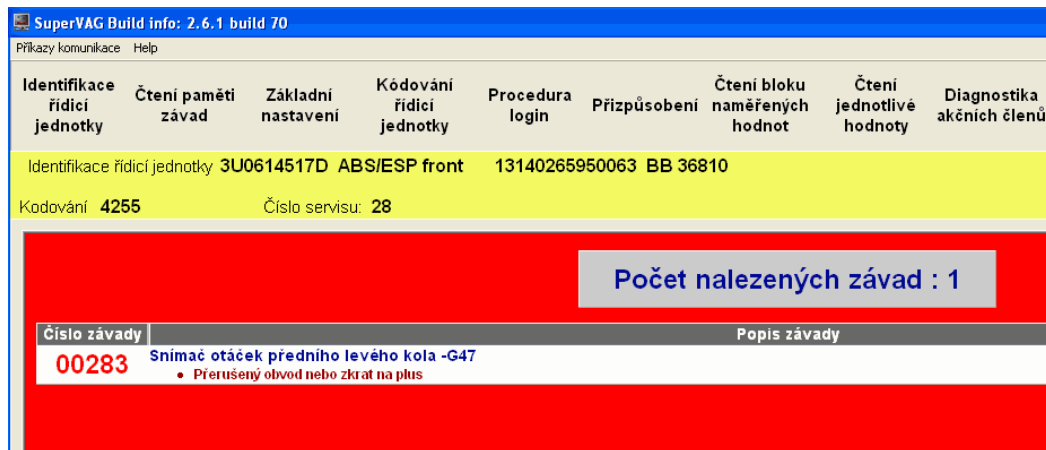
1) Připojili jsme diagnostické zařízení, v našem případě Super VAG Build, k diagnostické zásuvce ve vozidle, viz Obr. 20.



Obr. 20 – Ukázka připojení diagnostického zařízení

2) Navázání komunikace s řídicí jednotkou, a poté vyčtení z paměti závad závadu, která znemožňuje činnost systému.

Při vyčtení závad v systému, bylo zjištěno, že levý přední (dále jen LP) snímač vykazuje závadu, viz Obr. 21.

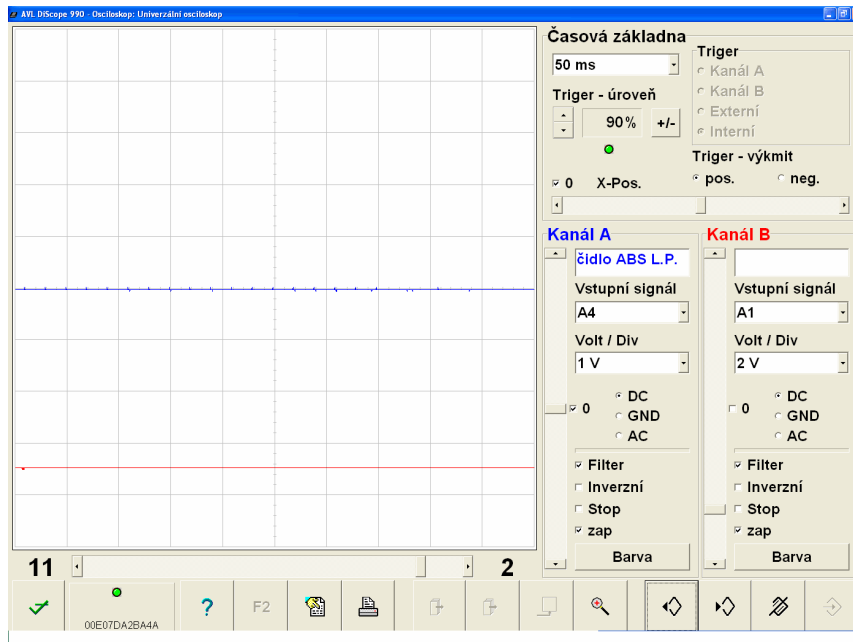


Obr. 21 – Vyčtení z paměti závad

3) Pro stanovení možnosti, že by závada byla na vedení před snímačem, je možno provést kontrolu snímače pomocí osciloskopu. Kdyby snímač byl v pořádku, není důvod pro jeho demontáž z těhlice a závada by se hledala mezi svorkovnicí snímače a řídicí jednotkou.



Obr. 22 – Napojení osciloskopu pro kontrolu snímače LP



Obr. 23 – Záznam z měření na osciloskopu

Z měření však vyplynulo, viz Obr. 23, že snímač LP kola není v pořádku, tím pádem nastává důvod pro jeho demontáž z těhlice.

4) Vyndáním snímače LP kola byl stanoven důvod jeho nečinnosti.

Snímač byl mechanicky poškozen, viz Obr. 24. K poškození došlo pravděpodobně z důvodu nesprávného postupu a provedení demontáže a zpětné montáže LP poloosy, na které byla vyměněna poškozená pryžová manžeta chránící kloub před vnikáním nečistot. Na Obr. 25 je ukázána příčina poškození snímače.



Obr. 24 – Poškození snímače



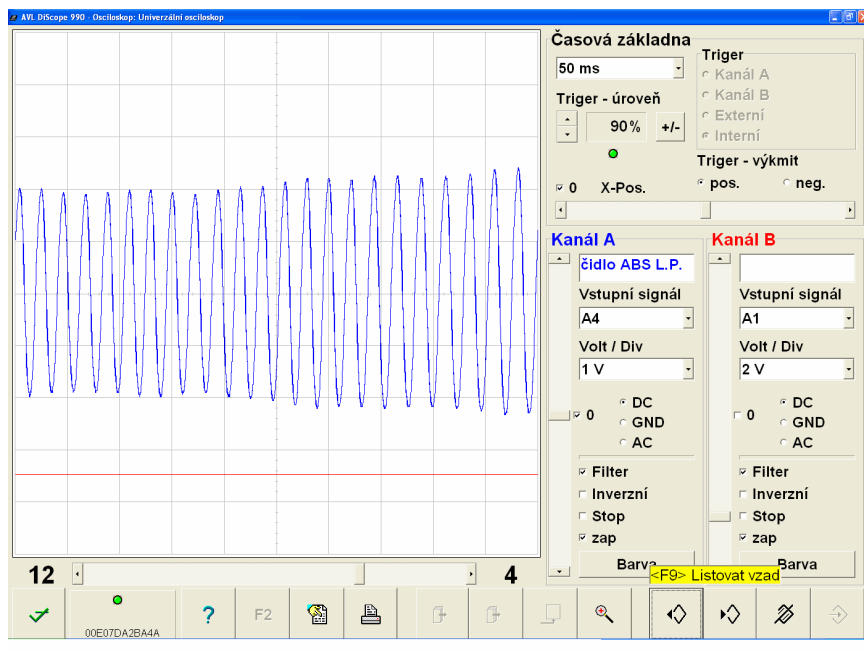
Obr. 25 – Příčina poškození snímače

Provedené odstranění vzniklých závady a zprovoznění činnosti systému ABS

Oprava si vyžádala výměnu poškozeného kroužku na kloubu poloosy a výměnu induktivního snímače otáček LP kola za nové.

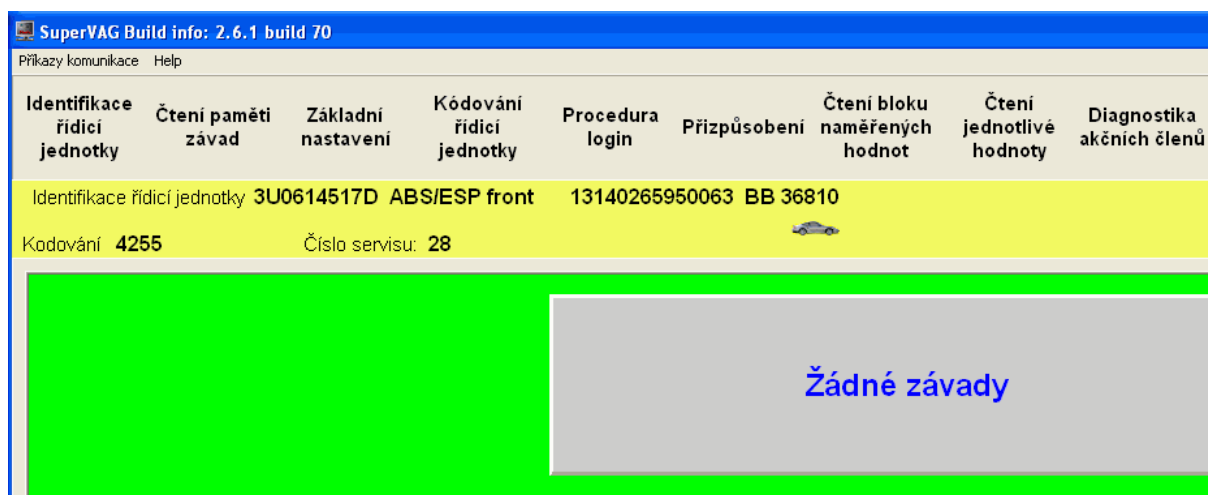
Před zapojením svorkovnice snímače byla provedena kontrola činnosti induktivního snímače při otáčivém pohybu kola, viz Obr. 26.

Měřicím zařízením byl osciloskop AVL DiScope 990.



Obr. 26 – Kontrolní měření na osciloskopu

Dále bylo provedeno smazání chyb (závad) ve vnitřní paměti řídicí jednotky systému a nové spuštění kontroly akčních členů pomocí testovacího zařízení. Výsledkem testu je opětovné vyčtení z paměti závad, viz Obr. 27.



Obr. 27 – Vyčtení z paměti závad

Vyhodnocení praktické části 11

Cílem kapitoly 10 bylo zjištění závady v systému ABS vybraného vozidla a následné její odstraně

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK:

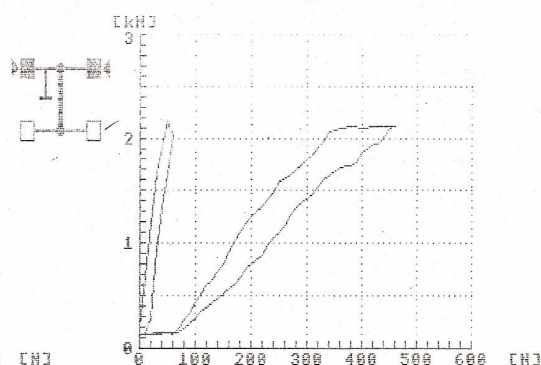
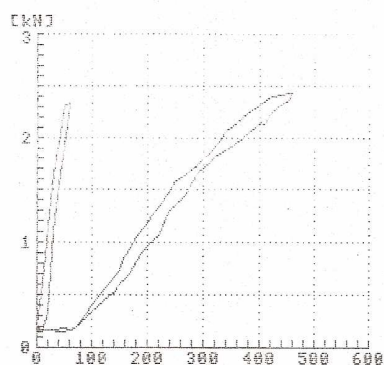
Příloha č. 1 – Záznam měření na pomaloběžné válcové zkušebně Motex,
1. měření.

VÁLCOVÁ ZKUŠEBNA BRZD MOTEX 7553N /// DATUM:

SPZ:

STRANA: 1

1. náprava

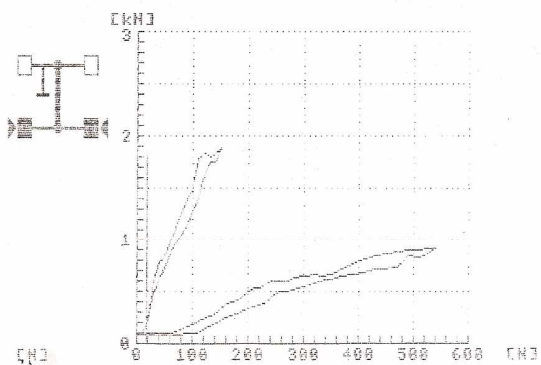
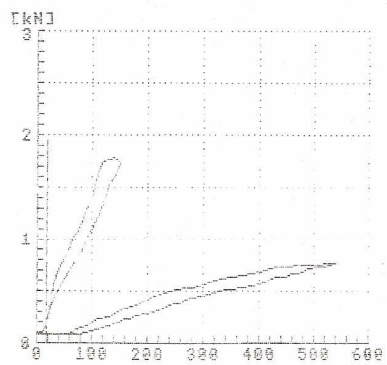


Pasivní odpor kola : 165 N
Dosažená brzdná síla: 2340 N
při ovládací síle: 60 N
Parkovací brzda : ----- N

Pasivní odpor kola : 146 N
Dosažená brzdná síla: 2049 N / blok
při ovládací síle: 60 N
Parkovací brzda : ----- N

Nesouměrnost 12 % při ovládací síle 60 N

2. náprava



Pasivní odpor kola : 92 N
Dosažená brzdná síla: 1226 N
při ovládací síle: 110 N
Parkovací brzda : 1950 N / blok

Pasivní odpor kola : 94 N
Dosažená brzdná síla: 1431 N / blok
při ovládací síle: 110 N
Parkovací brzda : 1824 N / blok

Nesouměrnost 14 % při ovládací síle 110 N

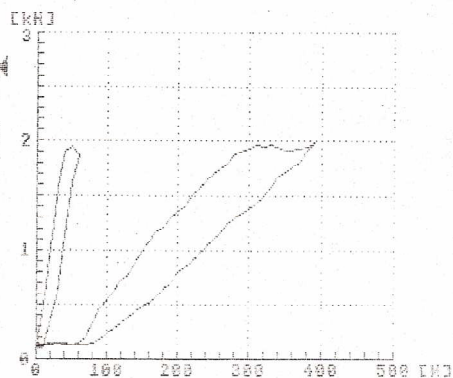
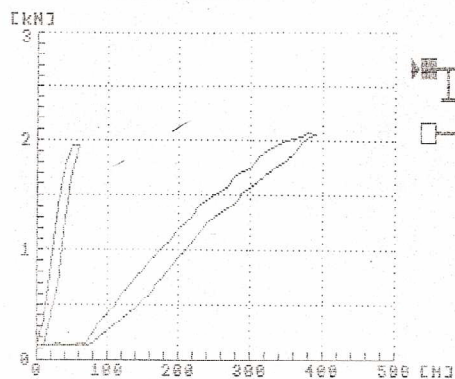
Příloha č. 2 – Záznam měření na pomaloběžné válcové zkušebně Motex,
2. měření

VALCOVÁ ZKUŠEDNA BRZD MOTEX 7553N /// DATUM:

SPZ:

STRANA: 1

1. náprava

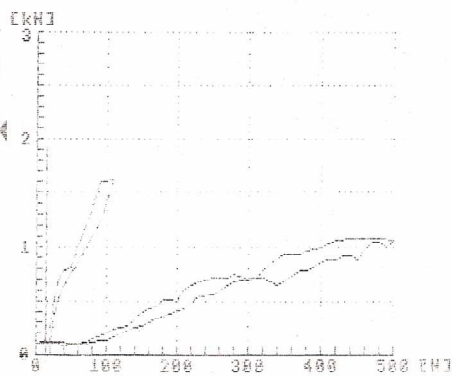
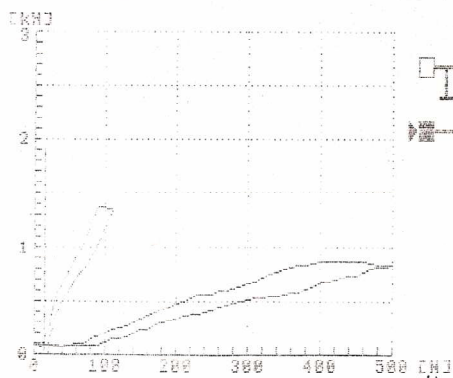


Pasivní odpor kola : 135 N
Dosažená brzdná síla: 1963 N
při ovládací síle: 60 N
Parkovací brzda : ---- N

Pasivní odpor kola : 133 N
Dosažená brzdná síla: 1870 N / blok
při ovládací síle: 60 N
Parkovací brzda : ---- N

Nesouměrnost 5 % při ovládací síle 60 N

2. náprava



Pasivní odpor kola : 86 N
Dosažená brzdná síla: 1354 N
při ovládací síle: 110 N
Parkovací brzda : 1905 N / blok

Pasivní odpor kola : 103 N
Dosažená brzdná síla: 1628 N / blok
při ovládací síle: 110 N
Parkovací brzda : 1934 N / blok

Nesouměrnost 17 % při ovládací síle 110 N

Příloha č. 3 – Záznam měření na pomaloběžné válcové zkušebně MAHA,
1. měření

STRATOS AUTO spol. s r.o.
Smluvní prodejce BMW
Březhradská 195, 503 32 Hradec Králové 22
Tel.: 495 733 733 Fax: 495 733 700

EUROSYSTEM
V 3.17.036



	OA	OA
Jméno/Firma:	Elkum CZ	Registrační značka: 3H17766
Ulice:	Akademika Hejrovského	Km: 58130
PSČ, místo:	50003 Hradec Králové	1. registrace:
Tel.:		Výrobce vozidla: Audi
Datum kontroly:	09.04.2008	Typ vozidla:
Čas kontroly:	17:10	Ident. č. voz. VIN
Stav naložení:	prázdný	Počet náprav: 2

MAHA-KONTROLA BRZD

OA

Přední náprava

	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesoum.
Brzdná síla :				
Valivý odpor:	0,32 kN	0,30 kN		
Brzdná síla:	5,74 kN	4,09 kN	7,83 kN	9 %
Ovalita:	-- kN	-- kN		
Stat. hmot. nápravy:	646 kg	596 kg	1242 kg	8 %
Zbrzdění	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesouměrnost:
Statické zbrz. :	59 %	70 %	64 %	16 %
při max. ovl. síle	-- N			

Parkovací brzda

	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesoum.
Brzdná síla :				
Valivý odpor:	0,27 kN	0,25 kN		
Brzdná síla:	2,23 kN	2,23 kN	4,46 kN	0 %
Ovalita:	-- kN	-- kN		
Stat. hmot. nápravy:	-- kg	-- kg	-- kg	-- %
Zbrzdění	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesouměrnost:
Statické zbrz. :	-- %	-- %	-- %	-- %
při max. ovl. síle	-- N			

Zadní náprava

	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesoum.
Brzdná síla :				
Valivý odpor:	0,25 kN	0,21 kN		
Brzdná síla:	3,29 kN	3,05 kN	6,34 kN	7 %
Ovalita:	-- kN	-- kN		
Stat. hmot. nápravy:	592 kg	357 kg	949 kg	40 %
Zbrzdění	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesouměrnost:
Statické zbrz. :	57 %	87 %	68 %	34 %
při max. ovl. síle	-- N			

Kontr. technik: L.Ínek

Podpis:

Příloha č. 4 – Záznam měření na pomaloběžné válcové zkušebně MAHA, 2. měření

STRATOS AUTO spol. s r.o.
Smluvní prodejce BMW
Březhradská 195, 503 32 Hradec Králové 22
Tel.: 495 733 733 Fax: 495 733 700

EUROSYSTEM
V 3.17.036



	OA
Jméno/Firma:	ELKUM
Ulice:	
PSC, místo:	
Tel.:	
Datum kontroly:	12.05.2008
Čas kontroly:	11:19
Stav naložení	prázdný
	OA
Registrační značka:	3H1 7766
Km:	61541
1. registrace:	
Výrobce vozidla:	AUDI
Typ vozidla:	
Ident. č. voz. VIN	
Počet náprav:	2

MAHA-KONTROLA BRZD

OA

Přední náprava

	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesoum.
Brzdná síla :				
Valivý odpor:	0,28 kN	0,25 kN		
Brzdná síla:	3,22 kN	3,33 kN	6,55 kN	3 %
Ovalita:	-,- kN	-,- kN		
Stat. hmot. nápravy:	629 kg	662 kg	1291 kg	5 %
Zbrzdění	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesouměrnost:
Statické zbrz.:	52 %	51 %	52 %	2 %
 při max. ovl. síle	--- N			

Parkovací brzda

	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesoum.
Brzdná síla :				
Valivý odpor:	0,24 kN	0,20 kN		
Brzdná síla:	1,90 kN	1,92 kN	3,82 kN	1 %
Ovalita:	-,- kN	-,- kN		
Stat. hmot. nápravy:	---- kg	---- kg	---- kg	-- %

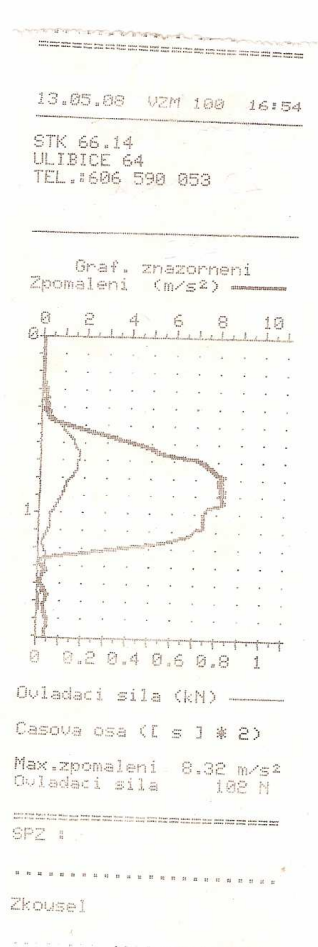
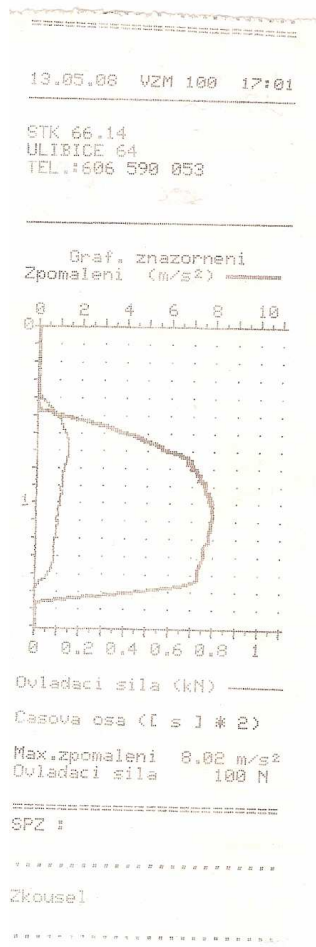
Zadní náprava

	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesoum.
Brzdná síla :				
Valivý odpor:	0,26 kN	0,22 kN		
Brzdná síla:	3,00 kN	3,01 kN	6,01 kN	0 %
Ovalita:	-,- kN	-,- kN		
Stat. hmot. nápravy:	517 kg	401 kg	918 kg	22 %
Zbrzdění	Vlevo	Vpravo	Náprava celk.	Nesouměrnost:
Statické zbrz.:	39 %	77 %	67 %	23 %
 při max. ovl. síle	--- N			

Příloha č. 5 – Záznam měření brzdného zpomalení pomocí MAHA přístroje

Při 40 km/h 1) bez ABS

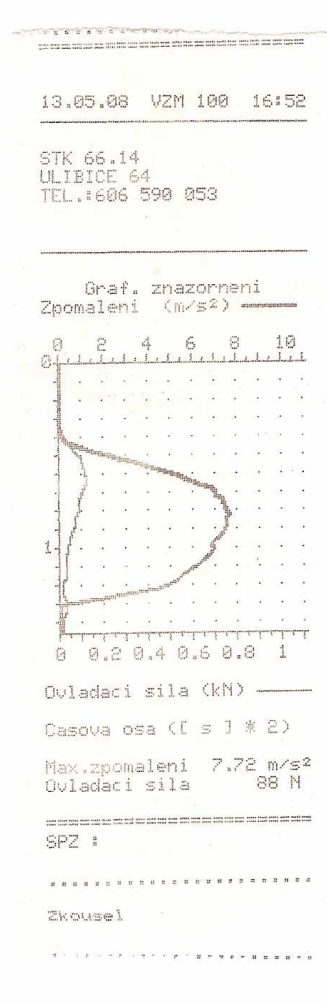
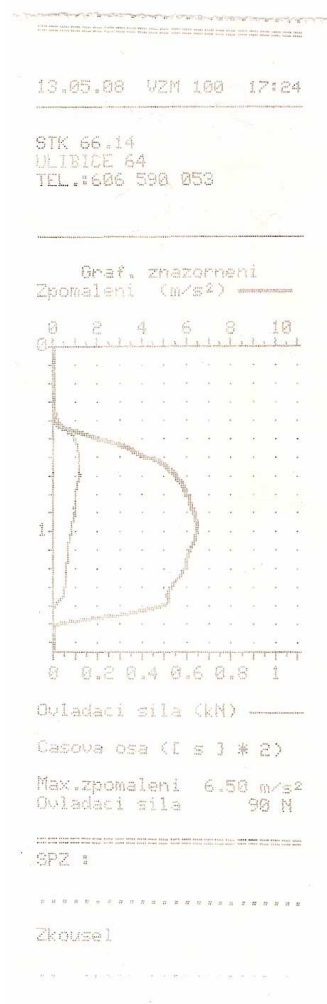
2) s ABS



Příloha č. 6 – Záznam měření brzdného zpomalení pomocí MAHA přístroje

Při 20 km/h 1) bez ABS

2) s ABS



Příloha č. 7 – Ukázka vybraného vozidla pro měření a fotografie
z měření Úlibice a v MZLU Brno.



Příloha č. 8 – Zakázkový list z měření v MZLU Brno

ZAKÁZKOVÝ LIST DIAGNOSTIKY VOZIDLA

Objednavatel:

Tomáš Vaněk
Zboží 25
Nová Paka

Zhotovitel:

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Vozidlová zkušebna ústavu základů techniky a
automobilové dopravy AF
Brno - Zemědělská 1

Bankovní spojení:**Bankovní spojení:**

Komerční banka, a.s.
pobočka Brno-venkov
Kobližná 3, 631 32 Brno
č. účtu 7200310267/0100

Vozidlo: Typ Renault Megane **SPZ-RZ** 2H0 6469 **Stav tachometru** 75417

Požadované zkoušky a testy

1 – Kalibrační testy vozidla	ano
2 – Test tachometru	ano
3 – Test otáčkoměru	ne
4 – Dynamická zkouška výkonu motoru	ne
5 – Statická zkouška výkonu motoru	ne
6 – Test stálosti výkonu	ne
7 – Pomaluběžná zkouška brzd	ano
8 – Rychloběžná zkouška brzd	ano
9 – Monitoring funkce ABS	ano

Poznámka:

Výsledky měření formou protokolů

Cena zakázky: 2900,- bez DPH, + 19% DPH

(dle zák. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů)

Další ujednání:

- odpovědnost za veškeré vady, které se vyskytnou nebo vzniknou v průběhu měření na dodaném vozidle včetně nákladů na jejich odstranění, nese objednatel.
- Zástupce objednatele je oprávněn vstoupit do smluvního vztahu v rozsahu výše uvedeného.
- Testům bude přítomen zmocněný zástupce objednatele.
- Spotřeba PHM jde na vrub objednatele.
- Zástupce objednatele prohlašuje, že technický stav vozidla nebrání provedení výše uvedených testů a zkoušek

V Brně dne 16.5.2008

Objednavatel

V Brně dne 16.05.2008

Zhotovitel

Příloha č. 9 – Záznam z měření statického zatížení jednotlivých kol vozidla

	Vlevo	Diference	Vpravo

Zaveseni predni:			
Minimalni prilnavost [%]:	64	5	61
Hmotnost[kg]:	402		382
Zaveseni zadni:			
Minimalni prilnavost [%]:	64	2	65
Hmotnost[kg]:	282		265
Celkova hmotnost[kg]: 1331			

Mereni stopy:			
Stopa predni[m/km]:			
Stopa zadni[m/km]:			

SPZ vozidla:		
Majitel:		
Adresa:		
Datum:		
Zkusebni technik:		

Příloha č. 10 – Záznam z měření



Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav techniky a automobilové dopravy

tel.: +420 545 132 949
fax: +420 545 132 093
email: podlipny@mendelu.cz
Zemědělská 1, Brno 613 00
http://www.mendelu.cz/autozkusebna

Protokol kalibrace jednotlivých kol

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

04

Vozidlo: 1.6

SPZ: ZH0 6469

Operátor: Ing. Podlipný

Datum: 13:32:34 / 16.05.2008

Rozsah: 10.0 ÷ 170.0 km/h

Poznámka:

LP kolo

A 4.198774E-2 kN
B -1.669235E-5 kN/(km/hod)
C 1.761446E-6 kN/(km/hod)²
D 11.035 kg

LZ kolo

A 3.065953E-2 kN
B 9.373428E-5 kN/(km/hod)
C -1.621150E-8 kN/(km/hod)²
D 8.838 kg

Kalibrace RoIny

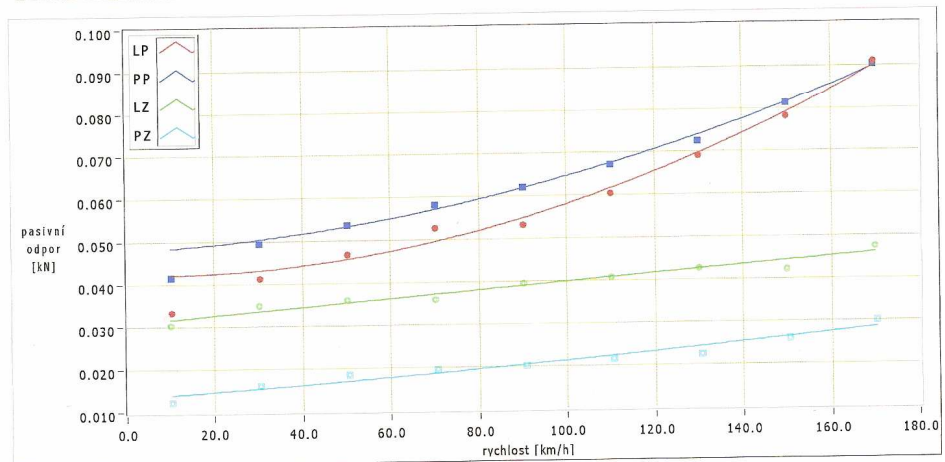
LP	-0.1823	0.9667
PP	-0.1768	0.9702
LZ	-0.0682	0.9737
PZ	-0.1164	0.9879

PP kolo

A 4.767902E-2 kN
B 5.253579E-5 kN/(km/hod)
C 1.151046E-6 kN/(km/hod)²
D 11.035 kg

PZ kolo

A 1.318299E-2 kN
B 6.756212E-5 kN/(km/hod)
C 1.329480E-7 kN/(km/hod)²
D 8.838 kg



Příloha č. 11 – Záznam z měření



VOzidloVá zkušebna

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav techniky a automobilové dopravy

tel.: +420 545 132 949
fax: +420 545 132 093
email: podlipny@mendelu.cz
Zemědělská 1, Brno 613 00
<http://www.mendelu.cz/autozkusebna>

Protokol statické brzdové zkoušky

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

pomaluběžná / #07

Vozidlo: <input type="text" value="1.6"/>	SPZ: <input type="text" value="ZHO 6469"/>	Operátor: <input type="text" value="Ing. Podlipný"/>
Datum: <input type="text" value="16/05/2008"/>	Čas: <input type="text" value="14:46:57"/>	Poznámka 1: <input type="text"/>
Zkušební rychlost: <input type="text" value="5.0"/> km/h	Zkoušená náprava: <input type="text" value="obě"/>	Poznámka 2: <input type="text"/>

LP kolo

Fo	<input type="text" value="0.058"/> kN
Fb_max	<input type="text" value="1.752"/> kN
Skluz	<input type="text" value="-7.1"/> %

Asymetrie P

%

Rozdělení

PP kolo

Fo	<input type="text" value="0.055"/> kN
Fb_max	<input type="text" value="1.741"/> kN
Skluz	<input type="text" value="-3.2"/> %

LZ kolo

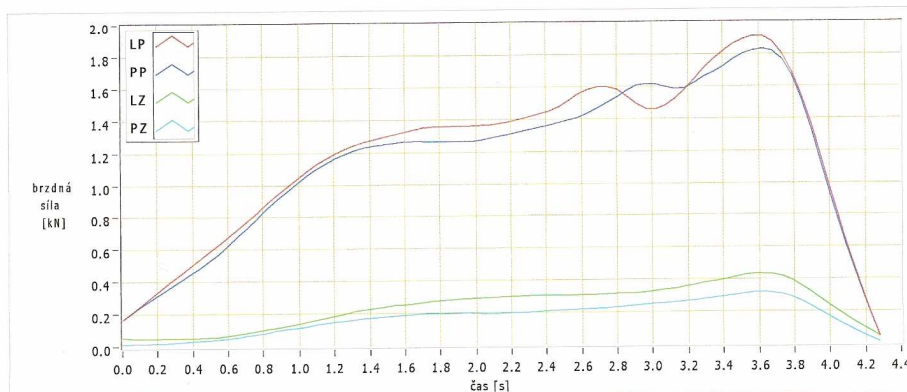
Fo	<input type="text" value="0.050"/> kN
Fb_max	<input type="text" value="0.358"/> kN
Skluz	<input type="text" value="-3.7"/> %

Asymetrie Z

%

PZ kolo

Fo	<input type="text" value="0.012"/> kN
Fb_max	<input type="text" value="0.290"/> kN
Skluz	<input type="text" value="-4.6"/> %



Příloha č. 12 – Záznam z měření



Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav techniky a automobilové dopravy

tel.: +420 545 132 949
fax: +420 545 132 093
email: podlipny@mendelu.cz
Zemědělská 1, Brno 613 00
http://www.mendelu.cz/autozkusebna

Protokol statické brzdové zkoušky

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

pomaluběžná / #10

Vozidlo: 1.6 SPZ: 2H0 6469 Operátor: Ing. Podlipný

Datum: 16/05/2008 Čas: 14:49:43 Poznámka 1:

Zkušební rychlost: 5.0 km/h Zkoušená náprava: obě Poznámka 2:

LP kolo

Fo 0.068 kN
Fb_max 2.327 kN
Skluz -8.2 %

Asymetrie P
2.2 %

Rozdělení
4.8

PP kolo

Fo 0.066 kN
Fb_max 2.277 kN
Skluz -2.6 %

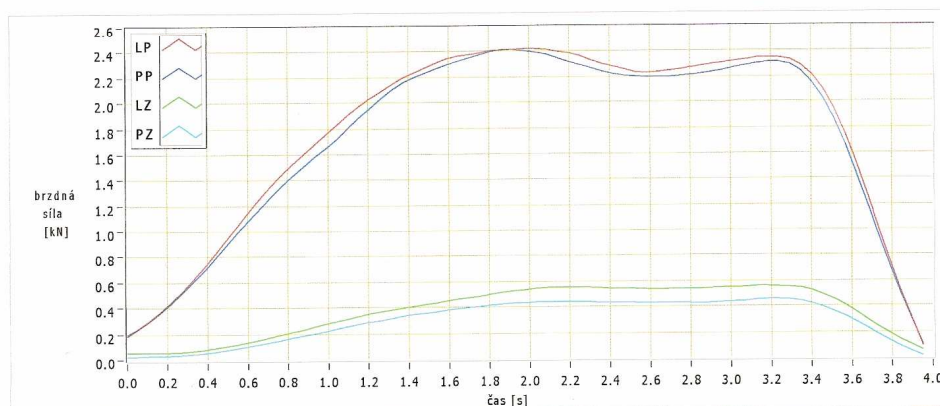
LZ kolo

Fo 0.048 kN
Fb_max 0.519 kN
Skluz -7.0 %

Asymetrie Z
14.7 %

PZ kolo

Fo 0.013 kN
Fb_max 0.443 kN
Skluz -4.5 %



Příloha č. 13 – Záznam z měření



VOzidIOvá zkušebna

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav techniky a automobilové dopravy

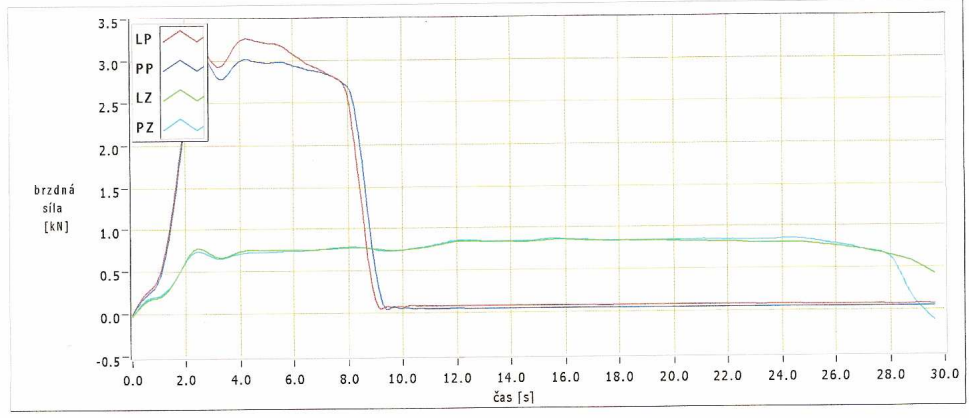
tel.: +420 545 132 949
fax: +420 545 132 093
email: podlipny@mendelu.cz
Zemědělská 1, Brno 613 00
http://www.mendelu.cz/autozkusebna

Protokol dynamické brzdové zkoušky

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN
zkouška / #11

Vozídko: <input type="text" value="1.6"/>	SPZ: <input type="text" value="ZHO 6469"/>	Operátor: <input type="text" value="Ing. Podlipný"/>
Datum: <input type="text" value="16/05/2008"/>	Čas: <input type="text" value="14:52:28"/>	Poznámka 1: <input type="text"/>
Zkušební rychlost: <input type="text" value="120.0"/> km/h	Zkoušená náprava: <input type="text" value="obě"/>	Poznámka 2: <input type="text"/>

<p>LP kolo</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Fb_max: <input type="text" value="3.262"/> kN</p> <p>Brzdné zpomalení: <input type="text" value="5.64"/> m/s²</p> <p>Brzdná dráha: <input type="text" value="171.6"/> m</p> </div> <p style="text-align: center;">Asymetrie P <input type="text" value="6.8"/> %</p> <p style="text-align: center;">Rozdělení <input type="text" value="3.6"/></p>	<p>PP kolo</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Fb_max: <input type="text" value="3.015"/> kN</p> <p>Brzdné zpomalení: <input type="text" value="5.24"/> m/s²</p> <p>Brzdná dráha: <input type="text" value="175.9"/> m</p> </div> <p style="text-align: center;">Asymetrie Z <input type="text" value="2.8"/> %</p>
<p>LZ kolo</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Fb_max: <input type="text" value="0.752"/> kN</p> <p>Brzdné zpomalení: <input type="text" value="1.30"/> m/s²</p> <p>Brzdná dráha: <input type="text" value="539.2"/> m</p> </div>	<p>PZ kolo</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Fb_max: <input type="text" value="0.720"/> kN</p> <p>Brzdné zpomalení: <input type="text" value="1.26"/> m/s²</p> <p>Brzdná dráha: <input type="text" value="533.6"/> m</p> </div>



Příloha č. 14 – Záznam z měření



Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav techniky a automobilové dopravy

tel.: +420 545 132 949
fax: +420 545 132 093
email: podlipny@mendelu.cz
Zemědělská 1, Brno 613 00
http://www.mendelu.cz/autozkusebna

Protokol statické brzdové zkoušky

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN
rychloběžná / #14

Vozidlo: SPZ: Operátor:
 Datum: Čas: Poznámka 1:
 Zkušební rychlost: km/h Zkoušená náprava: Poznámka 2:

LP kolo

Fo kN
 Fb_max kN
 Skluz %

Asymetrie P
 %

Rozdělení

PP kolo

Fo kN
 Fb_max kN
 Skluz %

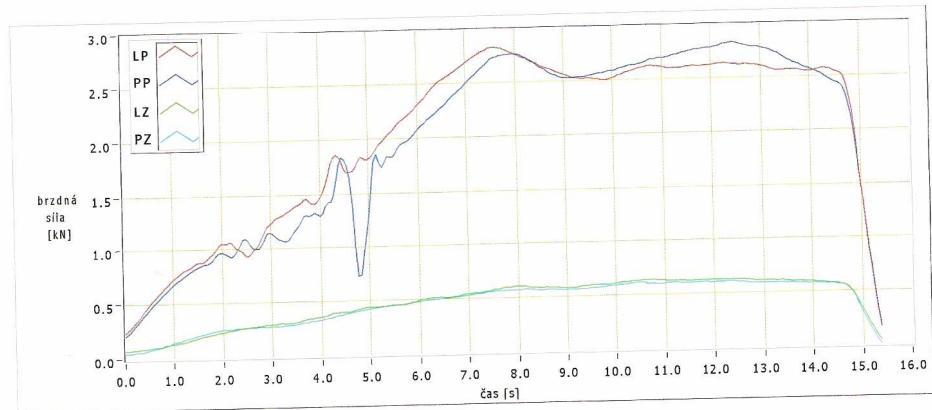
LZ kolo

Fo kN
 Fb_max kN
 Skluz %


Asymetrie Z
 %

PZ kolo

Fo kN
 Fb_max kN
 Skluz %



Příloha č. 15 – Záznam z měření



VOZIDLOVÁ zkušebna

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav techniky a automobilové dopravy

tel.: +420 545 132 949
fax: +420 545 132 093
email: podlipny@mendelu.cz
Zemědělská 1, Brno 613 00
http://www.mendelu.cz/autozkusebna

Protokol statické brzdové zkoušky

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

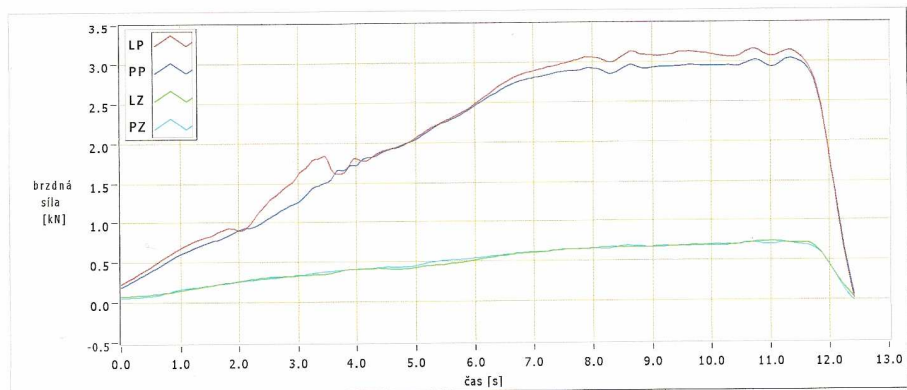
rychlomězná / #15

Vozidlo: **SPZ:** **Operátor:**

Datum: **Čas:** **Poznámka 1:**

Zkušební rychlost: km/h **Zkoušená náprava:** **Poznámka 2:**

LP kolo		PP kolo	
Fo	<input type="text" value="0.120"/> kN	Fo	<input type="text" value="0.112"/> kN
Fb_max	<input type="text" value="3.036"/> kN	Fb_max	<input type="text" value="2.909"/> kN
Skluz	<input type="text" value="0.1"/> %	Skluz	<input type="text" value="0.3"/> %
Asymetrie P		Rozdělení	
<input type="text" value="4.2"/> %		<input type="text" value="4.5"/>	
LZ kolo		PZ kolo	
Fo	<input type="text" value="0.085"/> kN	Fo	<input type="text" value="0.052"/> kN
Fb_max	<input type="text" value="0.651"/> kN	Fb_max	<input type="text" value="0.673"/> kN
Skluz	<input type="text" value="-1.5"/> %	Skluz	<input type="text" value="-0.1"/> %
Asymetrie Z		Rozdělení	
<input type="text" value="3.2"/> %		<input type="text" value="4.5"/>	



Příloha č. 16 – Záznam z měření



VOzidloVá zkušebna

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav techniky a automobilové dopravy

tel.: +420 545 132 949
fax: +420 545 132 093
email: podlipny@mendelu.cz
Zemědělská 1, Brno 613 00
http://www.mendelu.cz/autozkusebna

Protokol monitorování funkce ABS

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

zkouška / #16

Vozidlo: SPZ: Operátor:

Datum: Čas: Poznámka 1:

Zkušební rychlost: km/h Zkoušená náprava: Poznámka 2:

LP kolo

Fb_max kN
Max.skluz lokal %
Max skluz global %

PP kolo

Fb_max kN
Max.skluz lokal %
Max skluz global %

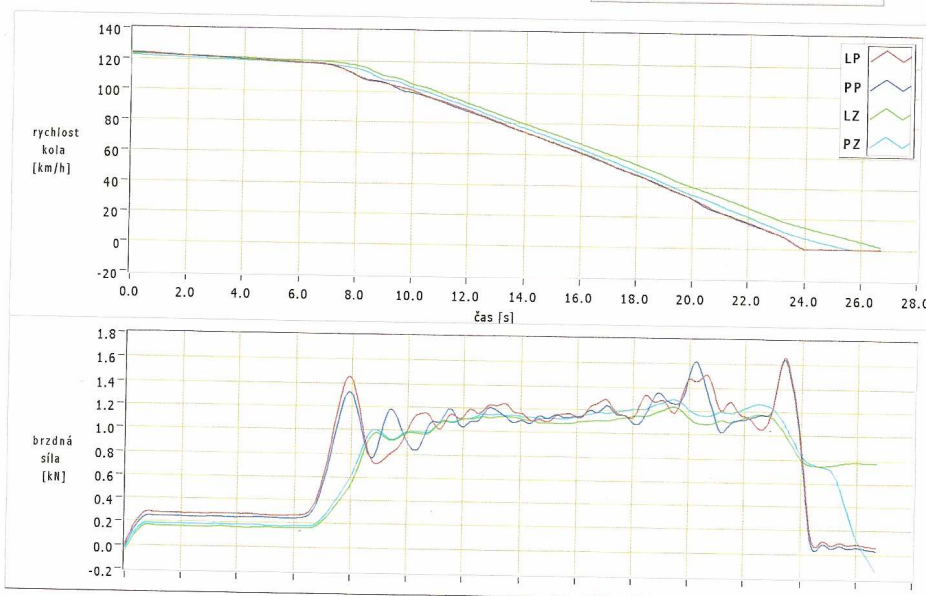
Integrální diference

LZ kolo

Fb_max kN
Max.skluz lokal %
Max skluz global %

PZ kolo

Fb_max kN
Max.skluz lokal %
Max skluz global %



Příloha č. 17 – Záznam z měření



Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav techniky a automobilové dopravy

tel.: +420 545 132 949
fax: +420 545 132 093
email: podlipny@mendelu.cz
Zemědělská 1, Brno 613 00
http://www.mendelu.cz/autozkusebna

Protokol monitorování funkce ABS

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

zkouška / #17

Vozidlo: 1.6

SPZ: ZH0 6469

Operátor: Ing. Podlipný

Datum: 16/05/2008

Čas: 15:32:35

Poznámka 1:

Zkušební rychlost: 120.0 km/h

Zkoušená náprava: obě

Poznámka 2:

LP kolo

Fb_max: 1.789 kN
Max. skluz lokál: 0.0 %
Max skluz global: 17.1 %

PP kolo

Fb_max: 1.698 kN
Max. skluz lokál: 0.0 %
Max skluz global: 16.9 %

Integrální diference

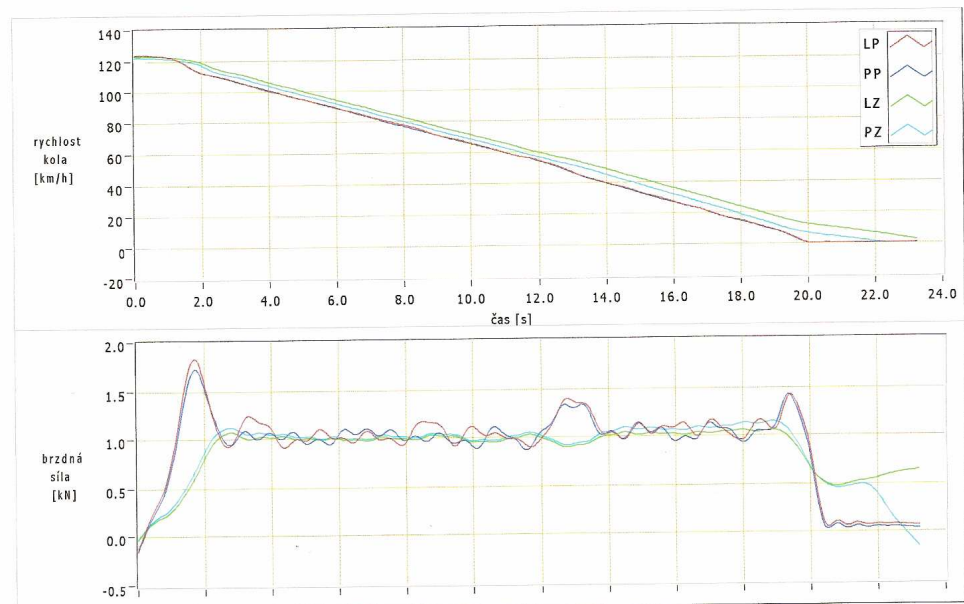
7.2

LZ kolo

Fb_max: 0.677 kN
Max. skluz lokál: 0.0 %
Max skluz global: 23.5 %

PZ kolo

Fb_max: 0.741 kN
Max. skluz lokál: 1.4 %
Max skluz global: 6.7 %



Příloha č. 18 – Záznam z měření



Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav techniky a automobilové dopravy

tel.: +420 545 132 949
fax: +420 545 132 093
email: podlipny@mendelu.cz
Zemědělská 1, Brno 613 00
http://www.mendelu.cz/autozkusebna

Protokol monitorování funkce ABS

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

zkouška / #18

Vozídko: 1.6 SPZ: ZH0 6469 Operátor: Ing. Podlipný

Datum: 16/05/2008 Čas: 15:38:31 Poznámka 1:

Zkušební rychlost: 120.0 km/h Zkoušená náprava: obě Poznámka 2:

LP kolo

Fb_max: 1.603 kN
Max. skluz lokal: 0.0 %
Max skluz global: 8.1 %

PP kolo

Fb_max: 1.935 kN
Max. skluz lokal: 0.0 %
Max skluz global: 10.3 %

Integrovaná diference

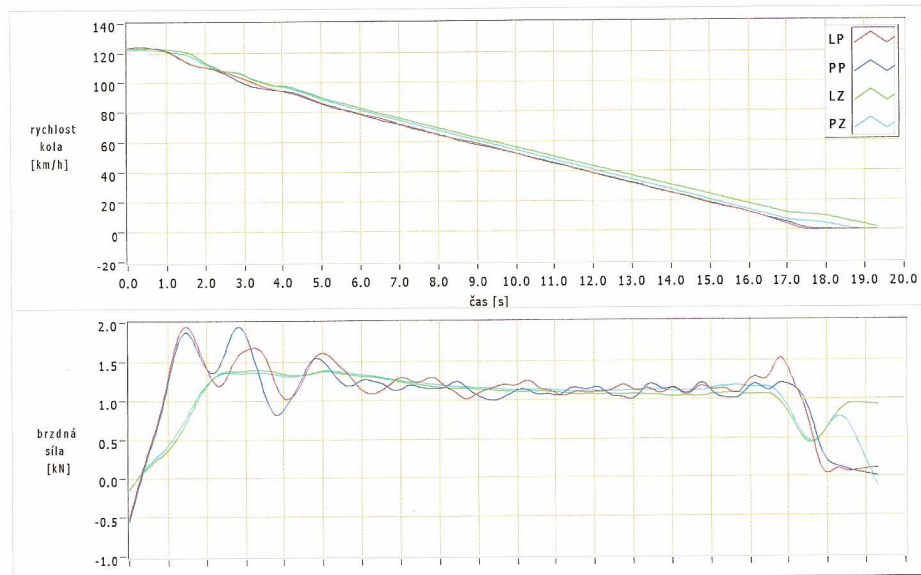
6.1

LZ kolo

Fb_max: 1.374 kN
Max. skluz lokal: 2.9 %
Max skluz global: 17.0 %

PZ kolo

Fb_max: 1.344 kN
Max. skluz lokal: 3.0 %
Max skluz global: 3.2 %



Příloha č. 19 – Záznam z měření



VOZIDLOVÁ zkušebna

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav techniky a automobilové dopravy

tel.: +420 545 132 949
fax: +420 545 132 093
email: podlipny@mendelu.cz
Zemědělská 1, Brno 613 00
http://www.mendelu.cz/autozkusebna

Protokol monitorování funkce ABS

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

zkouška / #19

Vozidlo: **SPZ:** **Operátor:**

Datum: **Čas:** **Poznámka 1:**

Zkušební rychlost: km/h **Zkoušená náprava:** **Poznámka 2:**

LP kolo

Fb_max: kN
Max. skluz lokál: %
Max skluz global: %

PP kolo

Fb_max: kN
Max. skluz lokál: %
Max skluz global: %

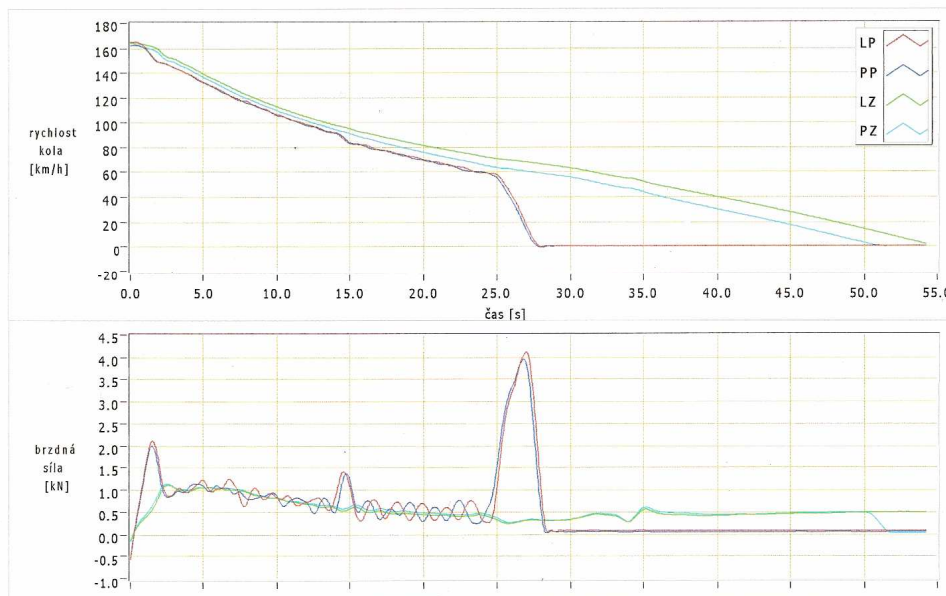
Integrální diference

LZ kolo

Fb_max: kN
Max. skluz lokál: %
Max skluz global: %

PZ kolo

Fb_max: kN
Max. skluz lokál: %
Max skluz global: %



Příloha č. 20 – Záznam z měření na plošinové zkušebně

HEKA AUTOTEST
SP2

PŘEDNÍ BRZDY

L	DIF %	F
117	84%	765
1687	7%	1824
2099	0%	2099
2550	1%	2589
2835	10%	3158
3227	8%	3531
3325	11%	3757
3433	15%	4080

ZADNÍ BRZDY

L	DIF %	F
627	4%	657
833	1%	843
971	1%	990
1098	0%	1108
1236	2%	1265
1373	0%	1363
1687	2%	1648

RUCHNÍ BRZDA

L	DIF %	P
2736	0%	2756

TOTAL BRZDA
 HDZNI BRZDA: 10848 N
 RUCHNÍ BRZDA: 5492 N
 HODNOTA = N

PŘEDNÍ-ZADNÍ BR.
 PR % 268 %
 69 31

▼ ZKOUŠEČI KINOKSEON
 ▼ VYSLEDEK
 BRZDA TEST 0%

HEKA AUTOTEST
SP2

PŘEDNÍ BRZDY

L	DIF %	F
117	84%	765
1687	7%	1824
2099	0%	2099
2550	1%	2589
2835	10%	3158
3227	8%	3531
3325	11%	3757
3433	15%	4080

ZADNÍ BRZDY

L	DIF %	F
627	4%	657
833	1%	843
971	1%	990
1098	0%	1108
1236	2%	1265
1373	0%	1363
1687	2%	1648

RUCHNÍ BRZDA

L	DIF %	P
2736	0%	2756

TOTAL BRZDA
 HDZNI BRZDA: 10848 N
 RUCHNÍ BRZDA: 5492 N
 HODNOTA = N

PŘEDNÍ-ZADNÍ BR.
 PR % 268 %
 69 31

▼ ZKOUŠEČI KINOKSEON
 ▼ VYSLEDEK
 BRZDA TEST 0%