

Evidenční číslo 50 8695\_T1.1

Datum 10.04.2019

# PROVÁDĚCÍ DOKUMENTACE

**Popis SW a jízdních zkoušek**

## **MODERNIZACE TECHNOLOGIE VÁLCOVÝCH DYNAMOMETRŮ VOZIDLOVÉ ZKUŠEBNY**

### **PS01-TECHNOLOGIE VÁLCOVÝCH DYNAMOMETRŮ VOZIDLOVÉ ZKUŠEBNY**

## 1 Požadavky na software všech částí systémů

Jedním z limitujících prvků systému je i nemožnost dalšího rozvoje software, který je postaven na OS DOS a z toho vyplývající maximální vzorkovací frekvencí 20 Hz, s tím souvisí i pomalá PID regulace, pouze lineární rampy při změnách stavu.

Proto musí být operační systém počítačů, na kterých poběží uživatelské rozhraní OS Windows 10 Professional 64 bitů u kterého je podpora výrobce garantována na dobu delší 5 let.

Pro vývoj všech softwarových komponent s výjimkou software pro měniče Mentor MP musí být použito vývojové prostředí LabView 2018 nebo novější, některé komponenty systému (např. exporty a importy souborových formátů) mohou být ve formě dll s popisem rozhraní pro LabView. Software LabVIEW je na Mendlově univerzitě používán ve výuce i výzkumu řadu let. Jedná se o moderní nástroj umožňující efektivní a rychlý vývoj softwarových aplikací pro měřicí techniku. Tímto bude zajištěn další rozvoj a přizpůsobování softwaru zkušebny budoucím požadavkům při výzkumu a výuce. Podmínkou je samozřejmě naprogramování všech částí řídicího, měřicího systému, včetně vizualizace, přípravy dat a zpracování výsledku v prostředí LabView a předání ve zdrojovém tvaru.

Software bude zpracovávat velký objem dat získaných z měření frekvencí 100 Hz a zajišťovat jejich zpracování a vizualizaci. Software musí zcela splňovat následující požadavky: ukládání dat do různých souborových formátů. Vyžadované formáty jsou National Instruments TDM a TDMS, ASCII, Labview text file (LVM format), MS Excel, MAT (Matlab) a MDF (Measurement Data Format). MDF je formát binárního souboru pro měření dat, který vyvinula společnost Vector ve spolupráci s firmou Robert Bosch GmbH v roce 1991. Poté, co se formát MDF rychle objevil jako de facto standard v automobilovém průmyslu, revidovaná verze 4.0 byla nakonec zveřejněna jako oficiální norma ASAM v roce 2009. Formát byl naposledy aktualizován jako ASAM MDF 4.1 v roce 2012.

Konfigurační soubory všech částí měřicího a řídicího systému mohou být ve vnitřních formátech LabView s možností exportu dat do XML a MS Excel. Všechny konfigurační soubory musí být zálohovány na serveru a diskovém poli (NAS) se svoji časovou historií.

Možnosti práce s daty (základní matematické operace nad zpracovávanými kanály (sčítání, odčítání, násobení a dělení, korekce posunutí, převrácená hodnota, normalizace, derivování a integrování, RMS), práce s kanály (konverze kanálu, řazení, hledání maxim a minim), popisná statistika, redukce dat, interpolace, aproximace, regrese, lineární a nelineární prokládání, možnost konverze fyzikálních jednotek, práce s maticemi, digitální filtrace (IIR, FIR), rainflow analýza, FFT (FFT, inverzní FFT, autokorelace), řádová analýza. Tyto operace bude možno doprogramovat pomocí LabView nebo skriptů v jazycích Matlab a Python

Možnost automaticky (ze šablon) generovat výsledné protokoly s výsledky s textovými údaji, grafy (2D a 3D), obrázky a dalšími grafickými prvky. Možnost exportovat do formátu PDF, HTML, PPT např. s využitím LabView Report Generation Toolkit for Microsoft Office.

### 1.1 Minimální sada měření a počítaných veličin

**Rychlost v [km/h]** - tento údaj není nijak přepočítáván nebo korigován, jedná se přímo o obvodovou rychlost zkušebních válců, měřenou pomocí velmi přesných rotačních inkrementálních snímačů. Dosahovaná přesnost měření je 0,05 km/h. Rychlosti v systému jsou vždy každého ze čtyř válců, dále válců přední a zadní nápravy (počítáno jako aritmetický průměr) a rychlost vozidla (počítáno jako aritmetický průměr z náprav, které jsou poháněny vozidlem).

**Rychlost rolen v [km/h]** - tento údaj není nijak přepočítáván nebo korigován, jedná se přímo o obvodovou rychlost zkušebních rolen pokud jsou zvednuty a přitlačeny k vozidlovým pneumatikám.

**Síla F [kN]** Jedná se o obvodovou sílu na povrchu válce, měřenou pomocí tenzometrických snímačů síly umístěných na elektrických pohonech. Síly v systému jsou vždy každého ze čtyř válců, dále válců přední a zadní nápravy (počítáno jako součet) a síla vozidla (počítáno jako součet náprav).

**Výkon P<sub>k</sub> [kW]** Jedná se o výkon vozidla přenesený jeho koly na válce zkušeben. Vlastní výpočet vychází z následujícího vztahu:

$$P_k = F_k \cdot v / 3.6 \quad [\text{kW}]$$

kde  $F_k$  ....celková síla na kolech vozidla [kN]  
 $v$  .....rychlost vozidla [km/h]

• Ve skutečnosti může být výkon motoru o něco málo odlišný, poněvadž jeho výpočet neuvažuje skluzu mezi pneumatikou a válcem zkušebny.

**Skluzy mezi pneumatikou a zkušebním válcem:** Současně během zkoušky je monitorována jak rychlost válců, tak i obvodová rychlost pneumatiky, měřená pomocí rolny přitlačené na běhoun pneu. Aktuální skluz je počítán podle následujícího vztahu:

$$slip = \frac{V_v - V_r}{V_v} \cdot 100 [\%]$$

- kde  $V_v$ .....je rychlost válce
- $V_r$ .....je obvodová rychlost pneu

Pro případ zkoušení brzd bez měření ovládací síly, kdy je rozhodujícím kritériem odečtu maximálních hodnot dosažení limitního skluzu, vyvstává z hlediska porovnatelnosti zkoušek požadavek přesného měření skluzu. To je možno zajistit pomocí automatické kalibrace měřicích rol, která se vždy provádí v rozběhové části testu. Na obvodovou rychlost pneumatiky měřenou pomocí přitlačené rolly ve vztahu k rychlosti válce, má totiž mimo jiné vliv huštění a zatížení pneu.

**Odpor zkušebny [kN]** Hodnota pasivního odporu zkušebny při dané zkušební rychlosti, získaná ze zkoušky kalibrace pasivních odporů zkušebny.

**Odpor vozidla [kN]** Hodnota pasivního odporu vozidla se zkušebnou při dané zkušební rychlosti, získaná ze zkoušky kalibrace pasivních odporů vozidla.

**Čas 1 [s]** čas který uplynul od zadání nového zkoušeného vozidla. Jedná se tedy o dobu, kterou je již dané vozidlo zkoušeno. S výměnou vozidla dojde k vynulování tohoto ukazatele (k vynulování taktéž dojde při znovuspuštění programu).

**Čas 2 [s]** čas který uplynul od zahájení jednotlivé zkoušky

**Čas 3 [s]** čas který uplynul v rámci dílčích částí testu

**Dráha 1 [km]** Tomuto parametru odpovídá ujetá dráha daným vozidlem, nuluje se zadáním nového vozidla. Při korektním opuštění programu se ujetá dráha zapisuje na pevný disk, takže i při znovuspuštění programu resp. pokračování zkoušení následný den se ujetá dráha inkrementuje z takto uložené hodnoty a ne od nuly.

**Dráha 2 [km]** Ujetá dráha od zahájení jednotlivé zkoušky

**Dráha 3 [km]** Ujetá dráha od v rámci dílčích částí testu

**Otáčky motoru [1/min]** Otáčky získané komunikací po sběrnici CAN. Pokud není CAN komunikace aktivní, kanál obsahuje nulové hodnoty.

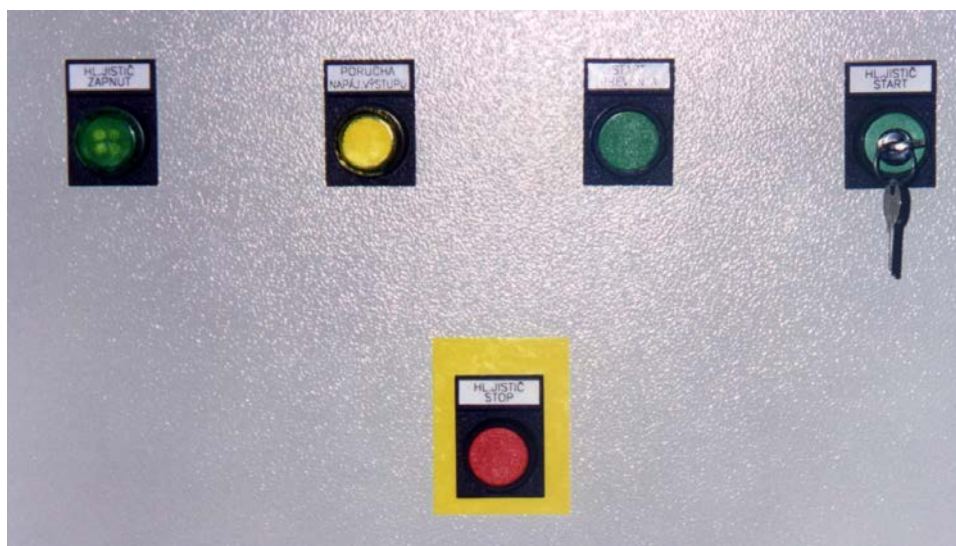
**Zrychlení otáčení válců [m.s<sup>-2</sup>]** systém musí efektivně a vysoce přesně z měřených rychlostí počítat derivaci pro stanovení zrychlení, které je vstupem pro výpočet síly brždění při dynamických zkouškách, dále při simulaci road load. Právě výpočet zrychlení a jeho přesnost musí být doložen nezávislým měřením.

## 2 Popis jednotlivých zkušebních testů včetně hardwarové konfigurace zkušebny a konfigurace regulátorů pro jednotlivé testy

Zapnutí a vypnutí zkušeben se realizuje na skříní řídicího systému a slouží k zapínání systému a zkušebny a je zde umístěn bezpečnostní vypínač. Proti současnému stavu není důvodem nic měnit. Jediný rozdíl je, že hlavní jistič zapnutí připojuje i napájení přes on-line UPC.

Význam kontrolky:

- HL. JISTIČ ZAPNUT - svítí zeleně pokud je zkušebna zapnuta tj. je připojeno napájení.
- PORUCHA NAPÁJ. VÝSTUPU - svítí v případě poruchy
- Význam tlačítek:
- START PREVENTA - před každým zapnutím zkušebny (HL. jistič) je nutno krátce stisknout toto tlačítko, které aktivuje bezpečnostní funkce systému.
- HL. JISTIČ START - otočení klíčku spínáme jistič přívodu elektřiny do řídicího systému.
- HL. JISTIČ STOP - tlačítko vypíná hlavní jistič s aktivací všech bezpečnostních funkcí, tj. zabrzdění válců max. výkonem, odpojení měničů a vypnutí hlavního přívodu elektřiny



**Obr. 1-1** Ovládací panel zkušebny

Seznam jednotlivých módů zkušeben

1. Systém bez zapnutí hlavního jističe
2. Zapnutí hlavního jističe
3. Modul změny rozvodu
4. Modul ustavování vozidla
5. Modul zapnuté přípravy
6. Modul Výkonu
7. Modul  $v$ =konstantní
8. Modul  $F$ =konstantní
9. Simulace vozovky
10. Test - jízda po vozovce
11. Vnější rychlostní charakteristika
12. Modul Brzd
13. Pomaloběžné brzdy
14. Rychloběžné brzdy
15. Dynamické brzdy
16. ABS II
17. Modul dalších testů
18. Dynamický výkon



19. Rychloměr +Tachometr
20. Kalibrace otáčkoměr
21. Zkouška diferenciálů v otáčkovém režimu
22. Zkouška diferenciálů v silovém režimu
23. Modul kalibrací (doběh)
24. Doběh pro zkoušky brzd
25. Doběh pro zkoušení statického výkonu
26. Doběh pro zkoušení dynamický výkon
27. Modul kalibrace systému
28. Kalibrace analogových kanálů
29. Ovládání analogových a frekvenčních kanálů a kontrolní měření
30. Ovládání digitálních kanálů
31. Zapnutí přípravy pro doběhové zkoušky
32. Doběh každého válce samostatně
33. Doběh celé zkušebny jako celek

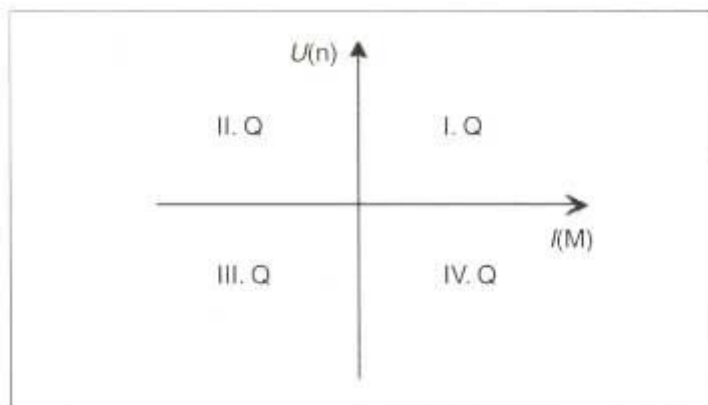
## 2.1 Typy regulací stejnosměrných pohonů

Zkušebny jsou vybaveny celkem 8 stejnosměrnými pohony, které jsou v tzv. dynamometrické uložení tzn. že stator je uložen kyvně a pomocí tenzometru je měřen jeho reakční moment. Vlastní válce zkušeben nejsou přímo připojeny na válce, proto dynamometry mají kromě snímače otáček na motoru snímač otáček na válci. Z pohledu regulací jsou podstatně přepočtené veličiny na povrch válce zkušebny tj. rychlost na povrchu válce (tedy rychlost vozidla) a síla na povrchu válce. Vzhledem k pevnému převodovému poměru bez skluzu jsou mezi otáčkami a momentem motoru a rychlostí a silou na povrchu jsou pouze konstanty, které je možné napevno zadat do měničů. Z osmi dynamometrů mohou vždy pracovat maximálně pouze čtyři nebo-li vždy jen jedna zkušebna.

Jak již bylo uvedeno DC motory s měniči, musí být schopné pracovat ve čtyřkvadrantovém provozu viz obr. 9-2. Kvadranty jsou vymezeny osami x a y, přičemž osa x vyznačuje směr momentu M a osa y směr otáček n.

Z hlediska provozu je potřeba rozlišit různé konfigurace zkušebny:

- Každý dynamometr se řízen samostatně mezi dynamometry neexistuje žádná vazba zkušebnou nebo zkoušeným vozem
- Dynamometry na jedné nápravě jsou spojeny spojkou nebo provázány vazbou (svorností) vozidlem
- Dynamometry na jedné nápravě jsou spojeny spojkou nebo provázány vazbou (svorností) vozidlem a současně je na zkušebně vozidlo s pohonem 4x4 které zprostředkovává vazbu mezi dynamometry obou náprav.
- Poslední režim, který v současné době není na zkušebně realizován je u vozidel, které mají pohon pouze jedné nápravy, ale aby elektronika vozidla neidentifikovala poruchu díky otáčení pouze jedné nápravy je nepoháněná náprava protáčena zkušebnou na stejnou rychlost jako druhá náprava. Plně automaticky tj. hnaná náprava předává informaci o rychlosti do měničů druhé nápravy. Jedná se o tzv. režim flow me.



**Obr. 1-2 Čtyřkvadrantový stejnosměrný pohon**

Základní bezpečnostní funkce, které musí v měniči a řídicím systému být realizovány:

- Válce se nikdy nesmí roztočit pomocí DC pohonů zpět (tj. proti směru jízdy) tj. jsou použity pouze kvadranty I a II.



- Válce do jisté rychlost např. 1 km/h nesmí být poháněny pohony, tj. nesmí docházet k tzv. ploužení. Při požadavku 0,0 rychlosti válce stojí.
- Nikdy nesmí dojít ke konfiguraci dynamometrů, u kterých je mechanická vazba spojkou nebo vozidlem k tomu, že je více než jeden dynamometr v otáčkové (rychlostní) regulaci
- V měničích musí být za limitovaná maximální změna žádané hodnoty za čas (rampa), tak aby se nepřekročili výkonové limity zkušebny
- Nesmí být překročena maximální rychlost zkušebny 200 km/h (16 km/h) a zatížení tenzometrů
- Při konfiguraci dynamometru do momentové nebo proudové regulaci nesmí dojít k odpojení pohonu od napájení. Vždy při vypínání napájení je nutné přejít do otáčkové regulace.
- Vzhledem k tomu, že měnič má informaci i o momentu (silách) měl by kontrolovat jejich maximální velikost a při riziku jejich překročení odpojit pohon
- Vzhledem k tomu, že systém má informaci o otáčkách jak válce, tak i motoru měl by kontrolovat existenci pevné vazby a při její ztrátě zastavit pohon

### 2.1.1 Proudový regulátor

Jedná se základní regulaci, která je realizována v každém měniči a na kterou jsou realizovány všechny ostatní regulace. Pro uživatele tento typ regulace není ničím zajímavá a není uživatelsky přístupná. Podstatná informace je, že výstup proudového regulátoru jednoho pohonu lze posílat do jiných pohonů, které se pak chovají jako identicky (lze říci, že získáte jeden pohon o dvojnásobné nebo čtyřnásobné velikosti). Jednoznačně je doporučeno převzít nastavení proudových regulátorů z předchozích měničů Mentor II a pak teprve provést optimalizaci.

### 2.1.2 Otáčkový regulátor

Je to regulátor postavený nad proudovým regulátorem, jehož zpětnou vazbu tvoří inkrementální otáčkové čidlo na motoru a jeho cílem je udržovat konstantní otáčky dokud nepřekročí jeho maximální výkonové parametry. Překročení výkonových parametrů, by měl zabránit řídicí systém zkušeben. V měničích musí být implementovány rampy limitující maximální možnou změnu otáček a to standardně ve formě S-křivek a pro výjimečné případy ve formě lineární (uživatelsky přepínatelné). Tyto rampy lze uživatelsky zpomalovat tj. řídicí systém předává do měniče nejen novou žádanou hodnotu, ale i rychlost (S-křivka nebo lineární) změny otáček. Otáčkový regulátor musí zajistit nemožnost otáčení proti směru jízdy, ploužení válců, překročení maximálních otáčky motorů. Jako uživatelská volba, by bylo vhodné realizovat vypnutí motorového (hnacího) kvadrantu regulátoru pro zkoušky, kdyby bylo vhodné pouze brzdít na daných otáčkách.

### 2.1.3 Momentový regulátor

Momentový regulátor není standardně součástí měničů Mentor, proto je nutno jej realizovat na přídavné aplikační kartě stejně jak tomu bylo doposud. Momentový regulátor jako zpětnou vazbu využívá signál z tenzometrických snímačů měřící reakční moment na statoru pohonu. Díky za kalibrování to může být přímo hodnota síly na povrchu válců. Měřená síla nebude v navržené koncepci předávána analogovou cestou jako doposud, ale přímo komunikací přes EtherCAT, výhoda jednotka kalibrace pro regulaci i měřicí systém, možnost přesnější kalibrace v plném rozsahu. Problém momentového regulátoru je, že tento jednoznačně neřeší otázku otáček tj. stejného momentu lze dosáhnout při kladných i záporných otáčkách a druhý problém je, že požadovaného momentu je momentu je možno dosáhnout pouze tehdy pokud němu působí ekvivalentní reakční moment od vozidla případně odporů včetně setrvačných. První problém je třeba řešit zakázaným opačným otáček motoru. Toto je třeba řešit i při velmi nízkých otáčkách tj. vyřešení problematiky ploužení včetně ploužení opačným směrem. Druhý problém který je třeba řešit je za limitováním maximálních otáček motoru (rychlosti válců), jak je tomu doposud. Nová výkonnější aplikační karta. By měla umožnit limitovat i maximální zrychlení roztáčení pohonu v momentové regulaci, tj. uživatelský je nastaveno maximální přípustné zrychlení roztáčení válců a při jeho dosažení je požadovaný moment omezen nebo je pohon vypnut. Dalším problémem je, že v této regulaci nesmí dojít k odpojení napájení pohonu, proto v případě nouzového zastavení prostřednictvím obvodů PREVENTA je třeba, aby řídicí systém přepnul pohon do otáčkové regulace. Opět součástí regulátoru musí být možnost změny momentu po uživatelsky zadané rampě jako S-křivka nebo lineární. Dále zde musí být realizované bez rázové přepínání do otáčkového regulátoru a to zejména z důvodu bezpečnostních funkcí.

### 2.1.4 Další typy regulací

Další typy regulací jako je simulace jízdních odporů (Road load) je vhodnější realizovat až v řídicím systému, tj. popsáno dále a ne v měničích. Hlavním problémem je otázka přesného výpočtu derivace nebo-li zrychlení, kde nelze PS01 - Popis SW a jízdních zkoušek



použít jednoduché numerické metody, ale je třeba použít výpočet derivace pomocí aproximace měřených rychlostí parabolou metodou nejmenších čtverců přes uživatelsky definovaný počet měřených bodů. Pokud se to podaří v měniči realizovat, může být i tento regulátor variantně realizován přímo v měničích.

### 2.1.5 Spolupráce pohonů (společná hřídel)

Jak vyplývá z předchozího hlavním typem regulace je otáčkový regulátor, ale při více DC pohonech na jedné hřídeli může být pouze jeden pohon v otáčkové regulaci (master) a ostatní musí být v regulaci proudové (slave), kdy žádanou hodnotou je proud, který vypočte otáčkový regulátor motoru v otáčkové regulaci. U válcové zkušebny vlastní vozidlo přesněji jeho hnací ústrojí se chová jako mechanická vazba mezi válci zkušebny. Protože tato vazba není, ale zaručena, skluz pneumatik, chování diferenciálů, spojek. U 4VMD-120D je tato vazba posílena ovládanými spojkami mezi válci (spojky mají limitovanou schopnost přenášet moment). U zkušebny tedy na obou nápravách může fungovat regulace master-slave, kdy jeden motor na nápravě je v otáčkové regulaci a druhý v proudové regulaci, kdy žádaná hodnota proudu je předávána bez rampy z otáčkového regulátoru prvního motoru. Z důvodu, že proudový regulátor nezajišťuje pevnou otáčkovou vazbu, je nezbytné, aby v tomto případě byly stejné otáčky případně i zrychlení motorů byly hlídány řídicím systémem tj. vznikla tzv. elektrická hřídel. Je třeba zdůraznit, že toto chování je u různých vozidel s pohonem 4x4 a neexistuje žádné univerzální řešení na úrovni řídicích systému s výjimkou mechanického propojení přední a zadní osy, které zde není realizováno.

U motorů v momentové regulaci mohou/musí všechny motory pracovat se stejným regulátorem a stejné otáčky válců na jedné nápravě jsou zajištěny sepnutými spojkami (v tomto případě požadavek síly na kola stejné nápravy musí být stejné, kvůli únosnosti spojek). V tomto případě je vhodné kontrolovat rozdílné otáčky kol na jedné nápravě i obou náprav vůči uživatelsky nastaveným limitům a to i vůči limitům na zrychlení nebo zpomalení válců.

### 2.1.6 Režim „STOP“ – bezpečnostní

Při stlačení kteréhokoli bezpečnostního tlačítka musí dojít ke zrušení chodu všech měničů tj. zastavení pohonů, inicializaci bezpečnostního relé a po nastaveném čase k vypnutí hlavního vypínače a tím i aktivaci mechanických brzd. Po dobu časování dostává reálnový kontrolér hlášení „Režim stop-přední, Režim stop-zadní“ – v režimu  $M = k$  musí dojít k ošetření pohonů: přechod do  $n = k..$  Mechanické brzdy nelze uvažovat jako provozní brzdy, jsou to nájezdové brzdy a jako bezpečnostní pouze v případě, že real-time systém z jakéhokoli důvodu nedokáže systém zastavit. Jinak je možno je použít kdykoliv, když je vypnut „CHOD“ a „ $n = 0$ “.

## 2.2 Zkoušky hnacího ústrojí (výkonu)

Válcové zkušebny musí mít implementovány následující základní typy zkoušek hnacího ústrojí, při daném typu regulace pohonů válcové zkušebny, ze kterých je možno obdržet protokoly o výsledku zkoušky:

- $v = \text{konstant}$
- $F = \text{konstant}$
- Simulace vozovky
- Vnější rychlostní charakteristika
- Jízda po vozovce se zadaným charakterem

Každá z výše uvedených typů zkoušek je vhodná pro určitý způsob posouzení parametrů hnacího ústrojí vozidla, jedná se o základní typy možné regulace, z níž mohou být jako rozšiřující příslušenství na přání zákazníka odvozeny další typy zkoušek např. měření spotřeb paliva dle EHK.

V následujícím budou tedy jednotlivé výše uvedené zkoušky podrobněji specifikovány.

### 2.2.1 Režim regulace $v=\text{konstant}$

Jste-li v režimu regulace  $v=\text{konstant}$ , je možno zkušební rychlost nastavovat libovolně v rozsahu  $0-200 \text{ km/h}$  a  $0-16 \text{ km/h}$ , a to jak pomocí klávesnice nebo ovládacího panelu. Při této zkoušce je třeba zapisovat data pro zpracování pouze v ustáleném režimu, kdy dynamometry jsou v brzděném režimu. Doba průměrování veličin pro zápis musí být volitelná. Nutno poznamenat, že sílu nastavuje řidič polohou palivové přípusti, takže je možno tuto žádanou hodnotu řidiči zobrazovat, ale zkušebna ji nemůže sama nastavit.

Přechod na jinou rychlost je vhodné realizovat pomocí šipek nahoru a dolů a přechod přes naprogramované tabulkové hodnoty klávesou Enter. Vždy po nastavení a stálení rychlosti je možno volit zápis dat pro další zpracování nebo toto lze nastavit do automatického režimu.

Systém během výkonových zkoušek může pracovat jak v brzděném tak i výkonovém režimu. Chody motorů je vhodné aktivovat až rozjezdem vozidla a překročením minimální rychlosti za předpokladu, že byla zažádána nenulová zkušební rychlost. Celá zkušebna s vozidlem se tímto rozjede na zažádanou rychlost, poněvadž přechází do výkonového režimu. To je rozdíl oproti zkoušení pomocí pasivních dynamometrů.

Při tomto způsobu regulace zůstává zachována konstantní nastavená rychlost vozidla, bez ohledu na změny velikosti výkonu motoru přenášeného vozidlem, způsobené změnou v nastavení regulačního orgánu příjmu paliva (pedál plynu) ze strany řidiče. Systém má dostatečně dimenzované pohony, aby tomu tak bylo i u výkonných sportovních vozů. Je však třeba upozornit na to, že nestačí-li výkon motoru zkoušeného vozidla na překonání pasivních ztrát automobil+válcová zkušebna, systém přechází z režimu brzděného do motorického! Tuto situaci mimo jiné diagnostikuje zobrazovaný výkon, který je záporný. Tento režim se dá mimo jiné využít pro zjištění pasivních odporů kompletu automobil+válcová zkušebna při dané rychlosti.

Všechny měřené údaje z válcové zkušebny jsou snímány minimálně 100x za sekundu. Na obrazovku se však nepřenášejí tyto okamžité hodnoty, ale hodnoty tzv. klouzavého průměru (velikost průměrování je uživatelsky konfigurovatelná). Při záznamu dat do souboru pro protokoly jsou tyto data dále průměrována.

Tento základní režim výkonové regulace je nejčastěji používán zejména u motorových brzd. Proto také zde, pokud jde o zjištění výkonu vozidla přeneseného koly vozidla na zkušební válce v závislosti na rychlosti, při dané poloze palivové příjmu, je to nejvhodnější režim měření, jaký můžete zvolit.

## 2.2.2 Režim regulace $F=\text{konstant}$

Jste-li v režimu regulace  $F=\text{konstant}$ , je možno zkušební zatížení nastavovat libovolně v rozsahu 0÷12 kN (maximum pro jednu nápravu) nebo 0-250 kN, a to jak pomocí klávesnice, tak i tlačítkového ovladače.

Tento druhý základní režim výkonové regulace nemá při běžném zkoušení vozidel přímé využití, to však neznamená, že ho obsluha nemůže zvolit. Může se např. využít při záběhu vozidel, kdy je motor zatěžován vhodným konstantním momentem, na řidičovi pak zůstává zvolit vhodnou rychlost, kterou může libovolně ovládním palivové příjmu měnit. Tento způsob regulace najde až přímé uplatnění v následujícím typu regulace.

## 2.2.3 Základní regulace simulace vozovky (RoadLoad)

Na tomto místě budou nejdříve objasněny principy této regulace a vysvětlen pojem RoadLoad zatížení. Zde totiž na rozdíl od výše uvedených regulací, je rychlost vozidla svázána s jeho zatížením, což je nový prvek. Toto zatížení při správném nastavení vstupních parametrů odpovídá zatížení motoru vozidla při jízdě po vozovce.

Vozidlo při jízdě na vozovce musí překonávat následující síly, které jsou obecně závislé na rychlosti vozidla:

$$F = F_{ok} + F_{cx} + F_s + m_c \cdot dv / dt \quad [N]$$

- kde  $F_{ok}$  valivý odpor kol vozidla
- $F_{cx}$  vzdušný odpor vozidla jako celku
- $F_s$  odpor stoupání
- $m_c \cdot dv/dt$  odpor zrychlení

- Valivý odpor vozidla je dán vztahem

$$F_{ok} = m_c \cdot g \cdot \mu$$

- kde  $m_c$  celková hmotnost vozidla [kg]
- $g$  tíhové zrychlení 9.80665 m.s<sup>-2</sup>
- $\mu$  je součinitel valivého odporu

- Součinitel valivého odporu  $\mu$  závisí zejména na povrchu vozovky, dalšími vlivy jsou deformace pneumatiky a rychlost vozidla. Běžné hodnoty pro vozovky se pohybují v rozmezí 0.01÷0.025. V takto stanoveném odporu není uvažován pouze valivý odpor pneumatiky, ale také ztráty v ložiscích, ztráty způsobené sbíhavostí předních kol atd.

- Vzdušný odpor vozidla je dán vztahem:





- $$F_{cx} = 0.5 \cdot \rho \cdot c_x \cdot S_x \cdot v^2$$

- kde  $\rho$  hustota vzduchu [kg/m<sup>3</sup>] (1.25 kg/m<sup>3</sup>)
- $c_x$  součinitel vzdušného odporu-uživatelský vstup
- $S_x$  čelní plocha vozidla-uživatelský vstup [m<sup>2</sup>]
- $v$  rychlost vozidla [m/s]

- Součinitel  $c_x$  se zjišťuje na modelech nebo skutečných vozech v aerodynamickém tunelu. Mnozí výrobci tuto hodnotu uvádějí, ale tato nemusí vždy odpovídat skutečnosti. To může být např. způsobeno jiným vybavením vozidla doplňky (spoilery, zpětná zrcátka...). Proto je zapotřebí těmto informacím věnovat velkou pozornost. Hodnota plochy  $S_x$  se zjistí čelní projekcí vozidla.

- Odpor stoupání je dán vztahem:

- $$F_s = m_c \cdot g \cdot \sin \alpha$$

- kde  $m_c$  celková hmotnost vozidla
- $g$  tíhové zrychlení 9.80665 m.s<sup>-2</sup>
- $\alpha$   $\arctan(s/100)$
- $S$  v procentech vyjádřené stoupání vozovky

- Je vhodné, aby program umožňoval navolit během zkoušky i nenulové stoupání, čímž je možno simulovat i tento druh odporu.

- Dynamický odpor, který se projevuje pouze při změnách rychlosti:

- $$F_{Dy} = m_c \frac{dv}{dt}$$

- kde  $m_c$  celková hmotnost vozidla
- $dv/dt$  zrychlení vozidla, derivace rychlosti podle času

- Všechny tyto členy jsou simulovány v řídicím systému rovnicí:

- $$F = A_0 + A_1 \cdot \sin \alpha + B \cdot v + C \cdot v^2 + D \frac{dv}{dt}$$

- Koeficienty  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $B$ ,  $C$  a  $D$  je třeba stanovit pro konkrétní vozidlo a mohou být kladné i záporné. Zejména u členu  $D$  je třeba od hmotnosti vozidla odečíst přepočtenou hmotnost rotačních dílů válcové zkušebny.

## 2.2.4 Zkouška vnější rychlostní charakteristiky

Při této zkoušce se nachází zkušebna v regulaci  $v=konstant$ . Je-li provedena kalibrační zkouška pasivních odporů vozidla s dynamometrem, jsou výsledky o takto zjištěné pasivní odpory korigovány.

Při vlastním zkoušení výkonu statickou metodou totiž systém detekuje pouze sílu vozidla přenesenou na povrch válce. Aby tato síla mohla být přepočtena na hřídel motoru vozidla, je nutno ji korigovat o pasivní odpory zkušebny, valivé

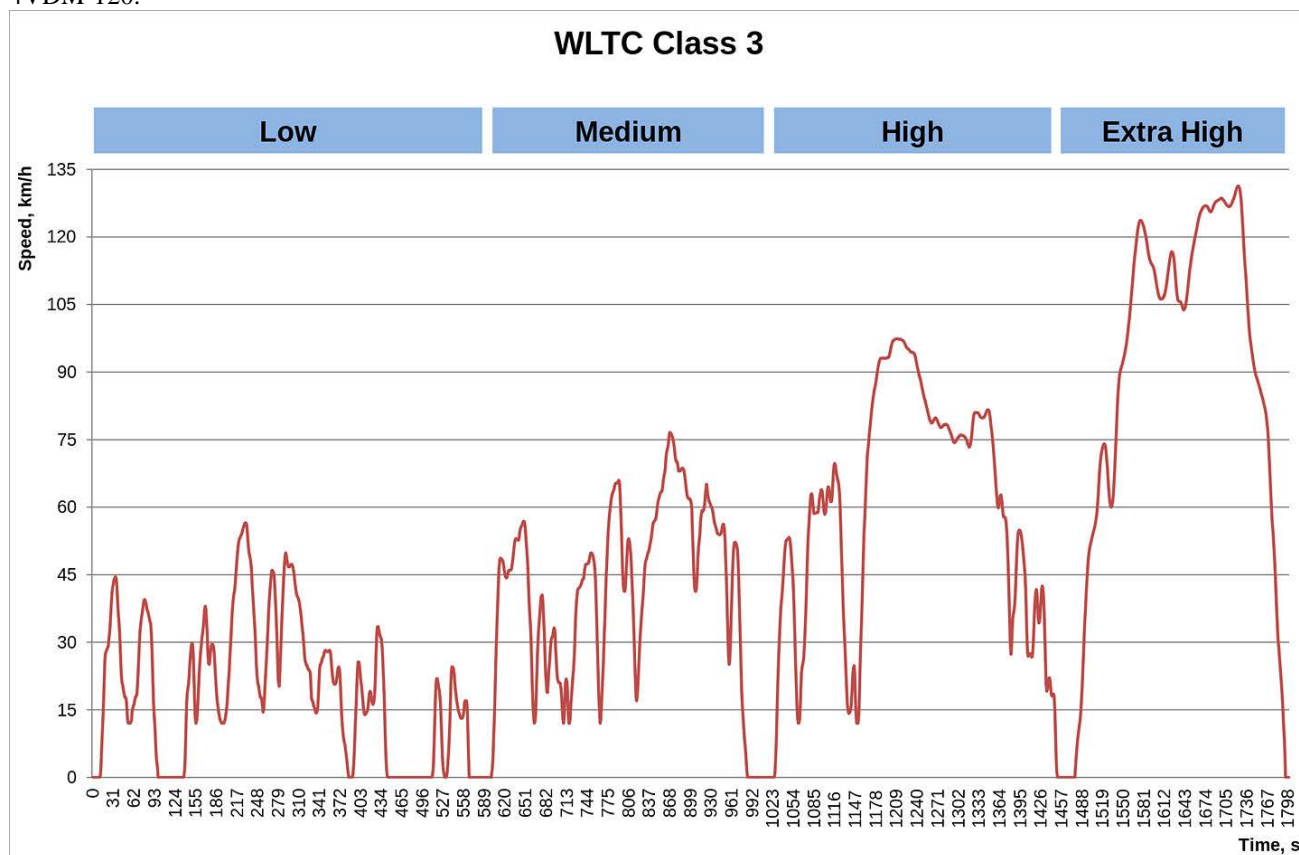
odpory kol a vůbec pasivní odpory celého poháněcího řetězce automobilu. Ideální je, když tato zkouška je automatizována pro zkrácení celé doby testu. Zadávat by se měla počáteční a koncová rychlost a krok změny nebo počet měřených bodů.

### 2.2.5 Zkouška jízdy po vozovce v závislosti na čase - Test

Tato zkouška je založena na regulaci RoadLoad zatížení, ale s tím rozdílem, že je řidič veden při své jízdě grafickým zobrazovacím panelem, kde vedle požadované rychlosti se objevují doplňkové údaje o řazení převodových stupňů ap. Tento typ zkoušky zejména může sloužit pro definovaný ohřev resp. záběh vozidla, zkoušku funkčnosti řadícího mechanismu ap. Ve spojení se spotřeboměrem a analyzátozem spalín je možno provádět spotřebové a emisní testy dle naprogramovaných charakteristik - simulací městského cyklu.

U všech těchto zkoušek je třeba umožnit obsluhu ovládat náporový ventilátor, odsávání spalín a vzduchotechniku jámy. Správně zadat kontrolní limity zkoušek.

Důležitou podmínkou a zároveň kvalitou realizované regulace bude schopnost zkušebny provádět aktuálně platný moderní cyklus WLTC. Dodavatel úprav zkušebny by měl dokladovat splnění jízdy dle tohoto testu na zkušebně 4VDM-120.



Obr. 1-3 WLTC test

Během provádění testů může dojít k ukončení zkoušky následujícími způsoby:

- automatické ukončení po provedení posledního zátěžného stavu dané sekvence zadané tabulkou
- manuální ukončení stiskem funkční klávesy **Konec**, což je regulérní zastavení zkoušky, opět signalizované tabulkou "**Konec zkoušky**".
- manuální ukončení stiskem funkční klávesy **Stop**, což je způsob zastavení maximální hnací silou pro případ havarijního stavu, signalizovaný tabulkou "**Dynamický stop**".
- automatické ukončení zkoušky pro případ, kdy byla překročena maximální doba trvání celé zkoušky, signalizované tabulkou "**Konec zkoušky**".

## 2.3 Zkoušky brzdové soustavy

### 2.3.1 Pomaloběžné zkoušky brzd

Tento typ zkoušení brzd vychází z Metodiky kontroly brzdových soustav osobních automobilů na válcových zkušebnách, schváleným MVŽP-SD pod č.j. SD/12-7083/89, podle níž jsou zkoušeny brzdové soustavy vozidel na STK.

Principiálně se jedná o zkoušení brzd na válcovém zkušebním stavu při malých rychlostech  $\approx 5$  km/h, při kterém je měřena závislost brzdné síly jednotlivých kol na ovládací síle, případně i čase. Závislosti vytvářejí tzv. charakteristiku brzdy kola. Z tvaru brzdových charakteristik lze pak stanovit nejen brzdný účinek vozidla, ale srovnáním s typickým tvarem charakteristiky pro dané vozidlo identifikovat i případné závady na brzdové soustavě vozidla.

Tento typ zkoušek je nejvhodnější pro celkovou diagnostiku brzdové soustavy vozu, dává ucelený pohled na její stav. Zkouška je ovlivňována těmito počítanými veličinami:

**Maximální skluz**, : hodnota skazu kola v [%], jejíž překročení kterýmkoli z měřených kol po dobu 1.0sec znamená předčasné ukončení zkoušky dynamickým stopem z důvodů ochrany pneu před poškozením. Tento stav je signalizován červenou tabulkou **“Dynamický stop”**

**Brzdná F start**, : hodnota brzdné síly v [kN], jejíž překročení kterýmkoli z bržděných kol znamená po zobrazení tabulky **“Čekám na brždění”** zahájení záznamu a vyhodnocování dat brzdné fáze. Zadávaná hodnota je velikostí skutečné brzdné síly opravené o pasivní odpory. Tuto hodnotu je třeba nastavit na takovou úroveň, aby případná ovalita brzdové plochy či jiná závada ještě zkoušku nespustila, ale ne zase tak vysoká, aby podstatná část náběhu brždění v zaznamenávaných datech chyběla. Doporučená hodnota je 0.1 kN.

Obecně je tedy brzdná fáze zahájena v okamžiku, kdy je splněna alespoň jedna z podmínek daná parametry, **Brzdná F start** a nebo **Čas čekání**.

**Brzdná F konec**: hodnota brzdné síly v [kN], jejíž překročení ve fázi odbrzdování má za následek ukončení brzdové zkoušky korektním způsobem, signalizovaným žlutou tabulkou **“Konec zkoušky”**. Zadávaná hodnota je velikostí skutečné brzdné síly opravené o pasivní odpory. Všeobecně platí to, co bylo uvedeno u **Brzdná F start**. Tuto hodnotu doporučujeme nastavit na takovou úroveň, aby při velmi pomalém odbrzdění zkouška sama neskončila, což je vhodné z hlediska zahřívání brzd. Při prudším uvolnění v poslední fázi odbrzdění by pak mělo dojít k zastavení zkoušky. Doporučená hodnota je 0.0÷0.1 kN.

**Čas rozběhu**: doba v [s], po jejímž uplynutí začne nejpozději proces kalibrace pasivních odporů a rolen skazu.

**Čas čekání**: doba v [s] po zobrazení zelené tabulky **“Čekám na brždění nebo Enter”** signalizující připravenost k zahájení vlastní zkoušky, kdy dojde nejpozději k záznamu dat v případě, že řidič nezačal brzdit respektive, kdy záznam dat nebyl z jakýchkoliv příčin zahájen překročením startovací síly ovládací či brzdné.

**Rychlost**: zkušební rychlost v [km/h], optimální v rozmezí 3÷16 km/h. Předdefinovaná hodnota je 6 km/h.

**Skluz**: hodnota limitního skazu v [%] pro odečet maximálních brzdných sil

**Sestupná**: volba, zda má být prováděn záznam dat do souboru i fáze odbrzdování [Ano/Ne]

Následně budou uvedeny základní parametry vyhodnocování brzdové zkoušky:

**Pasivní odpor  $F_0$  [kN]**: Jedná se o sílu, kterou pohon vyvozuje pro udržení konstantní rychlosti otáčení kola, aniž by docházelo k Brždění.. Tato síla v sobě zahrnuje valivý odpor pneumatiky a ložisek kola, odpory vlastní válcové zkušebny a případně sílu, kterou brzdová soustava přibrzdí trvale dané kolo vlivem závady (ovalita, váznutí brzdového válečku ap.). Vzhledem k možné ovalitě bubnů či jiné deformaci tvaru brzdné plochy, nejedná se o jednu náhodně změřenou hodnotu, ale o aritmetický průměr pasivního odporu měřeno v průběhu přibližně 5-ti otáček kola. Proto je důležité v menu zadat správnou hodnotu valivého poloměru kola.

Pasivní odpory u tohoto typu zkoušek jsou zjišťovány před každou zkouškou automaticky, není tedy třeba žádné jiné kalibrace pro jejich zjištění. Jedinou podmínkou jejich správného určení je, že během jejich měření nesmí dojít k brždění! To znamená, že samotná brzdá zkouška může korektně začít, až Vás systém vyzve.

**Brzdná síla  $B_{vmax}$  [kN]**: Během brždění je vyhledávána maximální brzdná síla, přičemž změna této hodnoty na jednom kole téže nápravy inicializuje odečet a následnou změnu hodnoty i na druhém kole, aby bylo zaručeno porovnání velikosti sil naměřených ve stejný okamžik-tedy při stejné ovládací síle na pedál. Jako maximální brzdná síla  $B_{vmax}^*$  se vezme aktuální hodnota v okamžiku prvního dosažení limitního skazu nastaveného pomocí menu (běžně 10%), nenastane-li tento stav, jsou vzaty největší současně naměřené hodnoty z celého měření. Brždění za limitní hodnoty skazu nemá na odečet těchto sil vliv.

Vzhledem k možné ovalitě či jiným rušivým vlivům, není takto zjištěný údaj vzat za maximální brzdnu sílu, ale v okolí takto zjištěného bodu na brzdové charakteristice je provedena aproximace úseku odpovídajícímu 2-ma otáčkám kola. Proto i pro toto vyhodnocení je velice důležité v menu zadat správnou hodnotu valivého poloměru kola, a to pro každou nápravu zvlášť. Obzvláště se to projeví při velké ovalitě bubnu. Toto vyhlazení má velký význam pro správné

určení asymetrie brzdného účinku. Pomocí provedené aproximace je pak přepočtena hodnota maximální brzdné síly  $B_{vmax}^*$ .

Skutečná brzdná síla je však menší o pasivní odpory, takže je proveden následující přepočet:

$$B_{vmax} = B_{vmax}^* - F_o$$

Takto přepočtená hodnota  $B_{vmax}$  je pak zanesena do protokolu.

**Asymetrie [%]:** Výpočet asymetrie brzdného účinku vychází ze zjištěných maximálních brzdných sil  $B_{vmax}$ . Nesouměrnost brzdného účinku je vyhodnocována pro každou nápravu samostatně. Výpočet je proveden podle následujícího vztahu:

$$Asymmetry = \frac{B_{vmax1} - B_{vmax2}}{B_{vmax1}} \cdot 100[\%] \quad B_{vmax1} > B_{vmax2}$$

Pro výpočet asymetrie brzdného účinku podle uvedeného vztahu je velmi důležité, aby dosazované hodnoty maximálních brzdných sil byly vyhlazené - viz Brzdná síla  $B_{vmax}$ . Jenom tak je možno eliminovat kmitání brzdné síly, způsobené např. ovalitou brzdového bubnu nebo tvarovou nerovnoměrností kotouče brzdy, což může výslednou asymetrii výrazně nadhodnotit nebo podhodnotit, v závislosti na okamžiku, při kterém došlo k odečtu maximálních brzdných sil.

**Rozdělení [-]:** Výpočet rozdělení brzdného účinku na přední a zadní nápravu v případě zkoušení brzdové soustavy obou náprav vozidla současně vychází ze zjištěných maximálních brzdných sil  $B_{vmax}$ . Výpočet je proveden podle následujícího vztahu:

$$Distribution = \frac{B_{vmax1} + B_{vmax2}}{B_{vmax3} + B_{vmax4}}$$

Pro výpočet rozdělení podobně jako u asymetrie brzdného účinku podle uvedeného vztahu je velmi důležité, aby dosazované hodnoty maximálních brzdných sil byly vyhlazené - viz Brzdná síla  $B_{vmax}$ . Tento parametr nabývá důležitosti zejména při základním vyhodnocení brzdové soustavy, kdy je kontrolováno pouze překročení minimální brzdné síly, ale stav "přebřzděnosti" kola kontrolován není. Tento parametr tedy může při správně zadaných limitních hodnotách odhalit vadnou funkci omezovače brzdného tlaku pro zadní nápravu. Zvlášť nebezpečný je z hlediska jízdní stability případ přebřzdění zadní nápravy.

**Stav brzdové soustavy:** Skutečné hodnocení brzdové soustavy je možno provést až na základě důkladné analýzy všech naměřených brzdových charakteristik, nelze tedy vycházet pouze z maximálních brzdných sil a asymetrie, ale je nutno naměřené průběhy diagnostických brzdových charakteristik porovnat s etalonovými hodnotami vydanými výrobcem, schválenými příslušným ministerstvem. Základní modul brzdových zkoušek však takového detailní hodnocení neobsahuje! Systém v základní verzi obsahuje následující hodnotící kritéria, kdy je brzdová soustava hodnocena jako vyhovující:

zjištěné síly  $B_{vmax}$  všech zkoušených kol přesahují limitní hodnoty **Přední síla** resp. **Zadní síla**, a zároveň vyhodnocený parametr zkoušky **Asymetrie** je pro zkoušenou nápravu(y) menší, než je limitní parametr **Asymetrie** v [%], a zároveň

vyhodnocený parametr **Rozdělení** v případě zkoušení obou náprav vozidla současně je v rozmezí limitního parametru **Rozdělení**

V ostatních případech je stav brzdové soustavy hodnocen jako nevyhovující.

### 7.1.1 Test ruční brzdy

- Principiálně se jedná o období pomaloběžného zkoušení provozní brzdy s tím, že je zkoušena pouze náprava, na níž účinek parkovací brzdy působí. Její nastavení se nachází v datech vozidla. Pozor zkoušku nelze provádět u vozidel s elektrickou ruční brzdou.

**Parkovací brzda  $B_{vpmax}$  [kN]:** Tento údaj je vypisován jen pro nápravu, na kterou působí účinek parkovací brzdy. Při jejím zkoušení není obecně sledována závislost na ovládací síle nebo čase. Velikost ovládací síly je hodnocena pouze subjektivně. Z tohoto důvodu platí o odečtu to, co je uvedeno u stanovení brzdné síly  $B_{vmax}$  pro případ, že není připojen pedometr. Také hodnota takto zjištěné síly  $B_{vpmax}^*$  je korigována o pasivní odpory:

$$B_{vpmax} = B_{vpmax}^* - F_o$$

#### Stav parkovací brzdy:

- Stav parkovací brzdy je vyhodnocen jako vyhovující v následujících případech:
  - zjištěné síly  $B_{vpmax}$  na levém i pravém kole přesahují limitní hodnoty **Ruční síla**, a zároveň asymetrie je menší než limitní
  - alespoň na jednom kole nápravy došlo k limitnímu skluzu a současně asymetrie je menší než limitní
- V ostatních případech je stav parkovací brzdy hodnocen jako nevyhovující.

### 2.3.2 Rychloběžné zkoušky brzd

Tento typ zkoušení brzdových soustav není přímo popsán žádným metodickým předpisem, principiálně je však shodný s pomaloběžným zkoušením s jedinou výjimkou, že se tak děje při vyšších rychlostech-odpovídajícím provozním rychlostem vozidla. Rozsah zkušebních rychlostí je na válcové zkušebně 4VDM E120 do 200 km/h u traktorové zkušebny je totožná s pomaloběžnou, přičemž horní hranice je dána konstrukčním limitem (max. rychlostí) a dále pak výkonovými parametry hnacích motorů.

Opět je možno pozorovat závislost brzdné síly jednotlivých kol na ovládací síle a čase. Na rozdíl od pomaloběžné zkoušky, kdy frekvence měření výrazně převyšuje frekvenci otáčení kol, zde tomu tak obecně není, a proto není možné tímto způsobem diagnostikovat ovalitu brzdových bubnů či závadu tvaru brzdového kotouče. Na druhou stranu je však možno brzdový systém vozidla vyzkoušet při provozních rychlostech vozidla, čímž je možno zjistit závady, které se při pomaloběžném zkoušení neprojeví. Tento typ zkoušky se zejména uplatní při záběhu a zahřívání brzd a dále pak při diagnostice závad, vyskytujících se v určitém rozsahu provozních rychlostí vozidla, neboť obsluha zařízení může plynule zkušební rychlost měnit.

**Maximální skluz:** hodnota skluzu kola v [%], jejíž překročení kterýmkoli z měřených kol po dobu 1.0sec znamená předčasné ukončení zkoušky dynamickým stopem z důvodů ochrany pneu před poškozením. Tento stav je signalizován červenou tabulkou **“Dynamický stop“**

**Brzdná F start:** hodnota brzdné síly v [kN], jejíž překročení kterýmkoli z bržděných kol znamená po zobrazení tabulky **“Čekám na brždění“** zahájení záznamu a vyhodnocování dat brzdné fáze. Zadávaná hodnota je velikostí skutečné brzdné síly opravené o pasivní odpory. Tuto hodnotu je třeba nastavit na takovou úroveň, aby případná ovalita brzdové plochy či jiná závada ještě zkoušku nespustila, ale ne zase tak vysoká, aby podstatná část náběhu brždění v zaznamenávaných datech chyběla. Doporučená hodnota je 0,1 kN.

Obecně je tedy brzdná fáze zahájena v okamžiku, kdy je splněna alespoň jedna z podmínek daná parametry, **Brzdná F start** a nebo **Čas čekání**.

**Brzdná F konec:** hodnota brzdné síly v [kN], jejíž překročení ve fázi odbrzdování má za následek ukončení brzdové zkoušky korektním způsobem, signalizovaným žlutou tabulkou **“Konec zkoušky“**. Zadávaná hodnota je velikostí skutečné brzdné síly opravené o pasivní odpory. Všeobecně platí to, co bylo uvedeno u **Brzdná F start**. Tuto hodnotu doporučujeme nastavit na takovou úroveň, aby při velmi pomalém odbrzdění zkouška sama neskončila, což je vhodné z hlediska zahřívání brzd. Při prudším uvolnění v poslední fázi odbrzdění by pak mělo dojít k zastavení zkoušky. Doporučená hodnota je 0.0÷0.1 kN.

**Čas rozběhu:** doba v [s], po jejímž uplynutí začne nejpozději proces kalibrace pasivních odporů a rolen skluzu.

**Čas čekání:** doba v [s] po zobrazení zelené tabulky **“Čekám na brždění“** signalizující připravenost k zahájení vlastní zkoušky, kdy dojde nejpozději k záznamu dat v případě, že řidič nezačal brzdit respektive kdy záznam dat nebyl z jakýchkoliv příčin zahájen překročením startovací síly ovládací či brzdné.

**Rychlost:** zkušební rychlost v [km/h], možný rozsah pro zadávání je 0÷200 km/h.

**Krok:** hodnota kroku v [km/h], s nímž je možno skokově měnit zkušební rychlost před zahájením vlastního brždění (před zobrazením tabulky **“Čekám na brždění“**). Pomocí klávesy **<šipka nahoru>** se rychlost v přípravné fázi zkoušky o hodnotu kroku zvyšuje, respektive **<šipka dolů>** snižuje.

**Skluz:** hodnota limitního skluzu v [%] pro odečet maximálních brzdných sil

**Sestupná:** volba, zda má být prováděn záznam dat do souboru i fáze odbrzdování.

Parametry a kritéria vyhodnocování brzdové zkoušky jsou zcela shodné jako u pomaloběžné brzdové zkoušky, a nebudou tedy již znovu uváděny. Totéž platí o zapnutí/vypnutí záznamu sil na ovládací síle.

### 2.3.3 Dynamické zkoušky brzd

Tento způsob zkoušení brzd nejvíce blíží podmínkám reálného brždění vozidla na vozovce. Zkouška probíhá ze zvolené rychlosti (až 200 km/h), přičemž brzdny systém maří kinetickou energii naakumulovanou v rotačních dílech válcové zkušebny 4VDM E120 a vlastních rotačních dílů vozidla. Kinetická energie válcové zkušebny je asi



dvojnásobná proti kinetické energii pohybujícího se vozidla, celková ekvivalentní hmotnost zkušebny je 2240 kg, přičemž je rozdělena v poměru 50/50% přední/zadní náprava. Během brždění je zaznamenávána rychlost a ujetá dráha každého kola, a to v závislosti na čase. Z této závislosti je pak nejen vyhodnocena celková brzdná dráha kola, ale i průběh brzdících sil a brzděného zpomalení. Výhodou této zkoušky je, že se jedná o velice rychlou diagnostiku brzdové soustavy pro celý rozsah provozních rychlostí vozidla, není však možný detailní rozbor závad z brzdových charakteristik, naměřených při pomaloběžném zkoušení.

Tento typ zkoušek se zejména uplatní jako rychlá diagnostická metoda stavu brzd, případně jako závěrečný test po provedeném pomaloběžném zkoušení.

Pro další výklad je nezbytné na tomto místě uvést celkový způsob výpočtů pro uvedený typ zkoušky. Během fáze zrychlování na zkušební rychlost probíhá kalibrace pasivních odporů a měření skluzu pro jednotlivá kola. Po dosažení zkušební rychlosti systém provede odpojení pohonů a uživateli změnou pozadí obrazovky a tabulkou **“Čekám na brždění”** ohlásí, že může začít brzdít. Od tohoto okamžiku jsou měřeny rychlosti jednotlivých kol v závislosti na čase a současně vyhodnocovány brzděné síly. Měření je zastaveno v okamžiku, kdy rychlost posledního z měřených bržděných kol poklesne pod nastavenou hranici minimální rychlosti.

V případě, že je vozidlo vybaveno brzdovým systémem s ABS, je nutno jej pro tento typ zkoušky vyřadit z činnosti, poněvadž tato zkouška není určena pro kontrolu ABS - dojde ke zkreslení případně úplnému selhání vyhodnocení zkoušky. Jako jedna z možností vyřazení činnosti ABS je vyjmutí příslušné pojistky, respektive zatočením koly zadní nápravy prostřednictvím el.pohonů na rychlosti cca. 15km/h při současně zapnutém zapalování. Dysfunkce ABS je obvykle následně signalizována na palubních ukazatelích kontrolkou.

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že na závislosti  $v-t$  lze najít všechny charakteristické fáze procesu brždění, t.j. fázi prodlevy brzdy, fázi náběhu brždění a fázi plného Brždění..

Základem analýzy doběhu je stanovení brzděného zpomalení v závislosti na čase:

$$a(t) = - \frac{dv(t)}{dt} \quad [\text{m.s}^{-2}]$$

Z takto zjištěného brzděného zpomalení je počítána brzdná síla:

$$F(t) = m \cdot a(t) - F_{ok}(t) \quad [\text{N}]$$

kde  $F_{ok}...$  pasivní odpor kola s příslušnou válcovou jednotkou

$m...$  ekvivalentní hmotnost rotačních částí brzděného kola a příslušné válcové jednotky zkušebního stavu

Brzdná dráha je určena pro každé kolo samostatně integrací rychlostní závislosti:

$$s(t) = \int v(t) \cdot dt \quad [\text{m}]$$

**Maximální skluz:** hodnota skluzu kola v [%], jejíž překročení kterýmkoli z měřených kol po dobu 1.0sec znamená předčasné ukončení zkoušky dynamickým stopem z důvodů ochrany pneu před poškozením. Tento stav je signalizován červenou tabulkou **“Dynamický stop”**

**Brzdná F start:** hodnota brzděné síly v [kN], jejíž překročení kterýmkoli z bržděných kol znamená po zobrazení tabulky **“Čekám na brždění”** zahájení záznamu a vyhodnocování dat brzděné fáze. Zadávaná hodnota je velikostí skutečné brzděné síly opravené o pasivní odpory. Tuto hodnotu je třeba nastavit na takovou úroveň, aby případná ovalita brzdové plochy či jiná závada ještě zkoušku nespustila, ale ne zase tak vysoká, aby podstatná část náběhu brždění v zaznamenávaných datech chyběla. Doporučená hodnota je 0.1 kN.

Obecně je tedy brzdná fáze zahájena v okamžiku, kdy je splněna alespoň jedna z podmínek daná parametry, **Brzdná F start** a nebo **Čas čekání**.

**Brzdná F konec:** hodnota brzděné síly v [kN], jejíž překročení ve fázi odbrzdění má za následek ukončení brzdové zkoušky korektním způsobem, signalizovaným žlutou tabulkou **“Konec zkoušky”**. Zadávaná hodnota je velikostí skutečné brzděné síly opravené o pasivní odpory. Všeobecně platí to, co bylo uvedeno u **Brzdná F start**. Tuto hodnotu doporučujeme nastavit na takovou úroveň, aby při velmi pomalém odbrzdění zkouška sama neskončila, což je vhodné z hlediska zahřívání brzd. Při prudším uvolnění v poslední fázi odbrzdění by pak mělo dojít k zastavení zkoušky. Doporučená hodnota je 0.0÷0.1 kN.

**Čas rozběhu:** doba v [s], po jejímž uplynutí začne nejpozději proces kalibrace pasivních odporů a rolen skluzu.

**Čas čekání:** doba v [s] po zobrazení zelené tabulky **“Čekám na brždění nebo Enter”** signalizující připravenost k zahájení vlastní zkoušky, kdy dojde nejpozději k záznamu dat v případě, že řidič nezačal brzdít respektive kdy záznam dat nebyl z jakýchkoliv příčin zahájen překročením startovací síly ovládací či brzděné.

**Rychlost:** zkušební rychlost v [km/h], ze které se začíná vlastní proces brždění do zastavení vozidla, možný rozsah pro zadávání je 0÷200 km/h.



**Skluž:** hodnota limitního skluž v [%] pro odečet maximálních brzdých sil

**Sestupná:** volba, zda má být prováděn záznam dat do souboru i fáze odbrzdování [Ano/Ne]

**Přeběh:** hodnota rychlosti v [km/h], o kterou se překračuje nastavená hodnota **Rychlost** z důvodů, aby brždění začalo nejpozději na rychlosti zadané parametrem **Rychlost** (dochází k odpojování pohonů a kalibraci zkušebny). Doporučená hodnota je 5 km/h.

**Ruční rychl :** zkušební rychlost v [km/h] pro test ruční brzdy. Doporučená hodnota je 15÷20 km/h. V případě, že zkouška není vyhodnocena pro malý počet zaznamenaných dat, je nutno tuto zkušební rychlost zvýšit.

**Min rychlo :** hodnota rychlosti v [km/h], jejíž překročení posledním z měřených kol ve fázi brždění znamená ukončení záznamu dat do souboru a tedy i samotné zkoušky. Doporučená hodnota 1 km/h

**Skluž:** hodnota limitního skluž v [%] pro odečet maximálních brzdých sil a varování řidiče

**Rozjezd:** zda má být rozjezd na zadanou rychlost realizován elektromotory, [Ano/Ne]. Ano je doporučeno.

Pro každé kolo samostatně jsou z doběhových závislostí  $v-t$  analyzovány níže uvedené základní parametry brzdové zkoušky:

**Brzdná síla  $B_{vmax}$  [kN]:** Jedná se o maximální brzdnou sílu vyhodnocenou v průběhu Brždění.. Podobně jako u pomaloběžných a rychloběžných zkoušek, jsou zapsány nejvyšší současně detekované hodnoty. Poněvadž při výpočtu brzdých sil už jsou zohledněny pasivní odpory, detekované maximální hodnoty nejsou již dále přepočítávány. Vyhledávání maximálních brzdých sil končí v okamžiku, kdy rychlost jednoho kola poklesne pod hodnotu rychlosti danou parametrem **Min rychlost**, resp. kdy je překročen limitní skluž na jednom z měřených kol. Kritéria pro okamžik odečtu těchto sil jsou stejná, jako u pomaloběžné brzdě zkoušky, tedy v závislosti zda je zaznamenávána ovládací síla či nikoliv.

**Průměrná brzdná síla  $B_{vprum}$  [kN]:** Průměrná brzdná síla je počítána podle následujícího vztahu:

$$B_{vprum} = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} B_v(t) \cdot dt \quad [\text{kN}]$$

kde  $t_1$ .....okamžik počátku brždění daný překročením brzdě síly **Brzdy F-start**

$t_2$ .....okamžik zastavení prvního kola vozidla

Tato hodnota v sobě narozdíl od okamžité maximální brzdě síly odráží celkový pohled na účinnost brzdy kola v celém rozsahu rychlosti a dává tedy komplexnější pohled na účinnost brzdové soustavy.

**Brzdná dráha [m]:** Od začátku zkoušky je počítána ujetá dráha každého kola samostatně. Výpočet je skončen pro okamžik, kdy je dosažena **Min rychlost**, do nulové rychlosti se provede přepočet pomocí aproximace rychlostní závislosti. Velikost brzdě dráhy v sobě odráží účinnost brzděho systému daného kola, může být však částečně zkreslena pasivními odpory.

**Asymetrie brzděho účinku:** Je jednak vyhodnocována asymetrie z maximálních brzdých sil  $B_{vmax}$  podle kritérií shodných s pomaloběžnými brzdami - nebudou tedy zde znovu uváděny.

Jako další parametr je však vyhodnocována průměrná asymetrie, vypočtená podle následujícího vztahu:

$$Asymmetry = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} Asymmetry(t) \cdot dt [\%]$$

kde  $t_1, t_2$  ..... parametry viz. průměrná síla

**Asymmetry(t)...** okamžitá asymetrie brzděho účinku

Takto stanovená asymetrie brzděho účinku v sobě tedy zahrnuje nejen vliv maximálních hodnot brzdých sil, ale i vliv rychlosti a doby jednotlivých fází Brždění.. Jedná se tedy o podstatně komplexnější hodnocení nerovnoměrného působení než je tomu u pomaloběžných a rychloběžných zkoušek.

**Rozdělení [-]:** Výpočet rozdělení brzděho účinku na přední a zadní nápravu v případě zkoušení brzdové soustavy obou náprav vozidla současně vychází ze zjištěných maximálních brzdých sil  $B_{vmax}$ . Výpočet je proveden podle následujícího vztahu:

$$Distribution = \frac{B_{vmax1} + B_{vmax2}}{B_{vmax3} + B_{vmax4}}$$

kde 1,2 značí kola př. nápravy, 3,4 kola zadní nápravy.

Pro výpočet rozdělení podobně jako u asymetrie brzděho účinku podle uvedeného vztahu je velmi důležité, aby dosazované hodnoty maximálních brzdých sil byly vyhlazené - viz Brzdná síla  $B_{vmax}$ . Tento parametr nabývá důležitosti zejména při základním vyhodnocení brzdové soustavy, kdy je kontrolováno pouze překročení minimální brzdě síly, ale stav "přebřzděnosti" kola kontrolován není. Tento parametr tedy může při správně zadaných limitních

hodnotách odhalit vadnou funkci omezovače brzdného tlaku pro zadní nápravu. Zvláště nebezpečný je z hlediska jízdní stability případ přebrzdění zadní nápravy.

**Stav brzdové soustavy:** Základní modul dynamické brzdové zkoušky porovnává z hlediska hodnocení účinku brzd pouze maximální hodnoty, průměrné hodnoty jsou uváděny pouze pro orientaci. Kritéria jsou obdobná jako u výše popsaných statických zkoušek. Stav brzdové soustavy je vyhodnocen jako vyhovující v následujících případech: zjištěné síly  $B_{vmax}$  všech zkoušených kol přesahují limitní hodnoty **Přední síla** resp. **Zadní síla**, a zároveň vyhodnocený parametr zkoušky **Asymetrie** je pro zkoušenou nápravu(y) menší, než je limitní parametr **Asymetrie** v [%], a zároveň vyhodnocený parametr **Rozdělení** v případě zkoušení obou náprav vozidla současně je v rozmezí limitního parametru **Rozdělení**

### 2.3.4 Test ruční brzdy

Principiálně se jedná o obdobu dynamické zkoušky provozní brzdy s tím, že je zkoušena pouze náprava, na níž účinek parkovací brzdy působí a že je předpokládána výrazně nižší startovací rychlost pro tuto zkoušku (vhodná je v rozmezí 15÷25 km/hod).

**Parkovací brzda  $B_{vmax}$  [kN]:** Tento údaj je vypisován jen pro nápravu, na kterou působí účinek parkovací brzdy. Při jejím zkoušení není obecně sledována závislost na ovládací síle nebo čase. Velikost ovládací síly je hodnocena pouze subjektivně. Z tohoto důvodu platí o odečtu to, co je uvedeno u stanovení brzdné síly  $B_{vmax}$  pro případ, že není připojen pedometr. Poněvadž při výpočtu brzdných sil už jsou zohledněny pasivní odpory, detekované maximální hodnoty nejsou již dále přepočítávány.

Stav parkovací brzdy:

- zjištěné síly  $B_{vmax}$  na levém i pravém kole přesahují limitní hodnoty **Ruční síla**, a zároveň asymetrie je menší než limitní
- alespoň na jednom kole nápravy došlo k limitnímu skluzu a současně asymetrie je menší než limitní

V ostatních případech je stav parkovací brzdy hodnocen jako nevyhovující.

### 2.3.5 Zkoušky ABS II

Tento způsob zkoušení brzd je obdoba dynamického testu popsaného v předešlé kapitole. Zásadní rozdíl spočívá v tom, že brzdová soustava není posuzována z hlediska dosahovaných brzdných sil, ale je pouze kontrolován průběh brzdných sil a skluzů v závislosti na čase. Zkouška probíhá ze zvolené rychlosti (až 200 km/h), přičemž brzdný systém maří kinetickou energii naakumulovanou v rotačních dílech válcové zkušebny 4VDM E120 a vlastních rotačních dílů vozidla, zkoušeny musí být při tom obě nápravy současně. Během brždění je zaznamenávána rychlost kola a zkušebního válce pro každé kolo, a to v závislosti na čase. Z této závislosti je pak bezprostředně vyhodnocován průběh brzdných sil a skluzů.

Výhodou této zkoušky je, že se jedná o velice rychlou diagnostiku brzdové soustavy ABS bez toho, aniž by se museli připojovat k vozidlu další diagnostické přístroje. Jako nejdůležitější je zde však zapotřebí vyzdvihnout, že vlastní diagnostika probíhá při reálném brždění za rychlostí odpovídajících provozu vozidla, takže je skutečně kontrolována odezva brzdového systému na kolech, ne pouze v řídicí jednotce jako je tomu u zkoušek ABS I. Podrobná analýza funkce ABS je však možná pouze pro konkrétní konstrukční a typové řešení ABS, tedy v současné podobě hodnocení pozůstává ze subjektivního hodnocení řidiče/operátora. Podrobné vyhodnocení je možné získat po dohodě jako rozšíření řídicího systému dynamometru.

Tento typ zkoušek se zejména uplatní jako rychlá diagnostická metoda stavu a funkce brzdového ABS systému.

Během fáze zrychlování na zkušební rychlost probíhá kalibrace pasivních odporů a měření skluzu pro jednotlivá kola, které je pro tuto zkoušku velmi významné. Po dosažení zkušební rychlosti systém provede odpojení pohonů a uživateli změnou pozadí obrazovky a tabulkou **“Čekám na brždění”** je tak dán pokyn k zahájení brždění, a to maximální ovládací silou. Od tohoto okamžiku jsou měřeny rychlosti a skluzy jednotlivých kol v závislosti na čase a ty zobrazovány pro jednotlivá kola na obrazovce monitoru. Měření je zastaveno v okamžiku, kdy rychlost posledního z měřených bržděných kol poklesne pod nastavenou hranici minimální rychlosti.

**Maximální skluz:** hodnota skluzu kola v [%], jejíž překročení kterýmkoli z měřených kol po dobu 1.0sec znamená předčasné ukončení zkoušky dynamickým stopem z důvodů ochrany pneu před poškozením. Tento stav je signalizován červenou tabulkou **“Dynamický stop”**

**Brzdná F start:** hodnota brzdné síly v [kN], jejíž překročení kterýmkoli z bržděných kol znamená po zobrazení tabulky **“Čekám na brždění”** zahájení záznamu a vyhodnocování dat brzdné fáze. Zadávaná hodnota je velikostí skutečné brzdné síly opravené o pasivní odpory. Tuto hodnotu je třeba nastavit na takovou úroveň, aby případná ovalita brzdové

plochy či jiná závada ještě zkoušku nespustila, ale ne zase tak vysoká, aby podstatná část náběhu brždění v zaznamenávaných datech chyběla. Doporučená hodnota je 0.1 kN.

Obecně je tedy brzdná fáze zahájena v okamžiku, kdy je splněna alespoň jedna z podmínek daná parametry, **Brzdná F start** a nebo **Čas čekání**.

**Brzdná F konec**: hodnota brzdné síly v [kN], jejíž překročení ve fázi odbrzdování má za následek ukončení brzdové zkoušky korektním způsobem, signalizovaným žlutou tabulkou "**Konec zkoušky**". Zadávaná hodnota je velikostí skutečné brzdné síly opravené o pasivní odpory. Všeobecně platí to, co bylo uvedeno u **Brzdná F start**. Tuto hodnotu doporučujeme nastavit na takovou úroveň, aby při velmi pomalém odbrzdění zkouška sama neskončila, což je vhodné z hlediska zahrívání brzd. Při prudším uvolnění v poslední fázi odbrzdění by pak mělo dojít k zastavení zkoušky. Doporučená hodnota je 0.0÷0.1 kN.

**Čas rozběhu**: maximální doba trvání akcelerační fáze zkoušky v [s].

**Čas čekání**: doba v [s] po zobrazení zelené tabulky "**Čekám na brždění**" signalizující připravenost k zahájení vlastní zkoušky, kdy dojde nejpozději k záznamu dat v případě, že řidič nezačal brzdit respektive kdy záznam dat nebyl z jakýchkoliv příčin zahájen překročením startovací síly ovládací či brzdné.

**Rychlost**: zkušební rychlost v [km/h], ze které se začíná vlastní proces brždění do zastavení vozidla, možný rozsah pro zadávání je 0÷200 km/h.

**Přeběh**: hodnota rychlosti v [km/h], o kterou se překračuje nastavená hodnota **Rychlost** z důvodů, aby brždění začalo nejpozději na rychlosti zadané parametrem **Rychlost** (dochází k odpojování pohonů a kalibraci zkušebny). Doporučená hodnota je 5 km/h.

**Min rychlost**: hodnota rychlosti v [km/h], jejíž překročení posledním z měřených kol ve fázi brždění znamená ukončení záznamu dat do souboru a tedy i samotné zkoušky. Doporučená hodnota 1 km/h.

Stav funkce ABS:

Jak již bylo výše uvedeno, v základní úrovni systému se hodnocení pozůstává ze subjektivního hodnocení řidiče/operátora. Následně alespoň bude uvedeno, čemu by měla být věnována pozornost:

- jsou na průběhu brzdných sil jednotlivých kol znatelné zásahy regulačního systému ABS - tj. zvlnění brzdné charakteristiky
- je znatelná odezva na brzdovém pedálu
- jsou průběhy brzdových charakteristik kol stejné nápravy synchronní, neliší se příliš průběhy mezi sebou z hlediska velikostí síly a jejího průběhu
- nedochází k výraznému rozdílu rychlostí nejen na kolech jedné nápravy, ale i mezi nápravami

### 2.3.6 Valivý poloměr kola a filtrace hodnot

Ovalita brzd či jiná deformaci tvaru brzdné plochy může výrazně ovlivnit přesnost dosahovaných výsledků. Pro záznam dat vlastních brzdových charakteristik jsou data pouze vyhlazována takovým způsobem, aby byly odstraněny vyšší harmonické složky a náhodné výchyly, harmonické složky odpovídající otáčkám kola jsou záměrně ponechány! Jedině tak je možno detekovat tvarové závady v tvaru brzdných ploch.

Jak už bylo uvedeno, první problém mohou tvarové závady činit při stanovování pasivních odporů, kdy by silně záviselo na tom, ve kterém okamžiku otáčky kola by hodnota byla odečtena. To je eliminováno tím, že pasivní odpory jsou měřeny v průběhu více otáček kol. Vzhledem k tomu, že otáčky kol jsou malé a že je zapotřebí minimalizovat čas potřebný ke změření pasivních odporů při dosažení přijatelné přesnosti, jeví se jako nejvhodnější měřit v průběhu celistvého násobku otáček kola (≈5 otáček). Poněvadž otáčky kol nejsou přímo měřeny, ale je přesně měřena pouze jejich obvodová rychlost, systém je schopen správně určit dobu měření, jeli zadán správně valivý poloměr pneumatiky. Stejný problém nastává při vyhodnocování maximálních brzdných sil. Poněvadž obecně závislost brzdné síly na ovládací není lineární, není možné bez hlubších analýz aproximovat výsledky na příliš dlouhém intervalu. Z tohoto důvodu se opět vychází z průběhu posledních otáček kola před nalezeným maximem, který se aproximuje kvadratickým polynomem. Aby také tady nedošlo ke zkreslení, je vhodné do aproximace zahrnout data z průběhu celistvých násobků otáček kola. Dále již platí to, co bylo uvedeno u kalibrace pasivních odporů.

Z výše uvedeného vyplývá, že je zapotřebí zadat správnou hodnotu valivého poloměru kola odvalujícího se na válci zkušebny 4VDM E120. Ta je kromě konstrukčních parametrů závislá také na zatížení a huštění pneu. Je tedy vhodné pro každé vozidlo před vlastním zkoušením brzd individuálně stanovit, a to zvláště pro přední a zadní nápravu! Nezná-li zkoušející pro dané vozidlo tento parametr, je možno jej zjistit následujícím postupem:

V režimu zkušebny **v=konstant**, při malé zkušební rychlosti (≈5 km/h) změříme rychlost otáčení kola pomocí "ručního přitlačného tachometru" nebo na pneu uděláme křídou rysku či jiným způsobem značku a změříme čas, za který kolo udělá ≈10 otáček. Valivý poloměr pneumatiky pak stanovíme podle následujícího vztahu:

$$r_k = v / (n \cdot 22.62) = v \cdot t_n / 22.62 \quad [\text{m}]$$

kde  $v$ ..... rychlost vozidla [km/h]  
 $n$ ..... otáčky kola [ $s^{-1}$ ]  
 $t_n$ ..... doba 1 otáčky kola  $1/n$  [s]

Tak je zajištěno správné vyhodnocování při velké ovalitě bubnu nebo jiné tvarové deformaci brzdové plochy.

## 2.4 Kalibrační testy s vozidlem

Každá z výše uvedených typů kalibrace má svůj nezastupitelný význam v procesu zkoušení vozidla na válcové zkušebně. Kalibrační modul značně zvyšuje užité hodnoty zařízení, neboť uživatel nemusí dodatečně pracovním způsobem korigovat naměřené výsledky. Celý proces kalibrace musí být plně automatizován, takže na obsluhu z tohoto pohledu nejsou kladeny žádné nároky. Stačí zvolit jen vhodné vstupní údaje zkoušky. Mimo kalibraci, mohou také výsledky těchto zkoušek posloužit pro diagnostiku vozidla, což je další velice užitečná schopnost zařízení.

### 2.4.1 Kalibrace jednotlivých kol

Tento typ kalibrace je určen pro potřebu zkoušek brzd a výkonu, případně jako kontrolní diagnostika z hlediska pasivních odporů jednotlivých kol vozidla. Tato zkouška je komplexnějšího charakteru, během které je provedeno následující:

- kalibrace pasivních odporů jednotlivých kol
- kalibrace rolen měření skluzu
- analýza setrvačných hmot jednotlivých kol
- kalibrace pasivních odporů jednotlivých kol

Nutnost korekce spočívá v tom, že zpomalení jednotlivých kol nepůsobí jen účinek brzdové soustavy, ale také pasivní odpory, o které jsou výsledky podobně jako u statických brzdových zkoušek korigovány. V případě těchto zkoušek každé z kol vozidla, respektive válcová jednotka zkušebny zde vystupuje jako samostatný zkoušený subjekt.

Mají-li být vypočteny správně brzdící síly dynamické zkoušky, musí dynamické zkoušce brzd kalibrace pasivních odporů pro každé zkoušené vozidlo předcházet! Nelze mít jedny univerzální konstanty pasivních odporů pro daný typ vozidla. Zatímco pasivní odpory zkušebny se v podstatě s jejím provozem nemění, na pasivní odpory samotného vozidla má vliv huštění pneu, stav brzdové soustavy (přibrzdování), stav ložisek, rozvodovky, hnacích hřídelí atd. - a to jsou parametry silně individuální pro každé zkoušené vozidlo, do značné míry související s jeho technickým stavem. S ohledem na nutnost provádět kalibraci pasivních odporů každého zkoušeného vozidla před dynamickou zkouškou brzd, základní kalibrace pasivních odporů je součástí dynamické zkoušky brzd (její první fáze), a proto není nezbytně nutné tuto zkoušku s každým vozidlem provádět z tohoto pohledu. Tento test umožňuje dosahovat větší přesnosti výsledků a výsledným protokolem jsou také údaje a pasivních odporech jednotlivých kol, což může být vhodné z hlediska diagnostiky závad na vozidle.

### 2.4.2 Kalibrace rolen měření skluzu

Nutnost této kalibrace spočívá v tom, že pneumatika odvalující se po zkušebních válcích se deformuje, na což má vedle rozměrových parametrů pneumatiky zejména vliv stav jejího nahuštění. V důsledku této deformace dochází k mírnému rozdílu mezi obvodovou rychlostí běhounu pneumatiky měřenou pomocnou rolnou a obvodovou rychlostí zkušebních válců. Takže aby tyto rychlosti byly za stavu, kdy nedochází mezi pneu a válcem ke skluzu stejné, je nutno provést tuto kalibraci.

Mají-li být analyzovány správně dosahované skluzy mezi pneumatikou a zkušebním válcem, musí zkouškám brzd tento test pro každé zkoušené vozidlo předcházet! Nelze mít jedny univerzální kalibrační konstanty rolen pro daný typ vozidla (rozměr pneu).

S ohledem na nutnost provádět kalibraci rolen pro každé zkoušené vozidlo před zkouškou brzd, základní kalibrace rolen je součástí první fáze každé brzdové zkoušky, a proto není nezbytně nutné tuto zkoušku s každým vozidlem z tohoto pohledu provádět. Tento test umožňuje dosahovat větší přesnosti výsledků a provádí se současně s kalibrací pasivních odporů.

### 2.4.3 Analýza setrvačných hmot jednotlivých kol

Pro přesné stanovení sil u dynamických zkoušek je nutné vedle výpočtu zrychlení (zpomalení) znát také přesně hmotnosti podrobené dynamickým změnám. V každém případě základní hmotnost představují rotační hmoty zkušebny, které jsou známé parametry zadané v systému. K těmto hmotám však dále přistupují setrvačné hmoty

jednotlivých kol, a ty je také vhodné z důvodů větší přesnosti výsledků zohlednit. U této zkoušky také zde každé z kol vozidla vystupuje jako samostatný zkušební subjekt.

Mají-li být vypočteny správně dynamické síly, musí být pro dynamické zkoušky správně zadány setrvačné hmoty jednotlivých kol. Na rozdíl od výše popsaných kalibrací, toto není zapotřebí provádět pro každé zkoušené vozidlo. Postačí pro daný typ vozidla, s příslušným rozměrem pneu a typem ráfku jednou určit a následně tak přiřadit parametrům zkoušených vozidel v jejich databázi. Do setrvačných hmot kola se tak nejen počítá vlastní kolo, ale i brzdový kotouč (buben) a hnací hřídele.

Tato zkouška je společná pro všechny dynamické testy, tedy v současné době pro dynamickou zkoušku brzd a dynamickou (akcelerační) zkoušku výkonu.

#### 2.4.4 Teorie kalibrace pasivních odporů a rolen skluzu

Vlastní zkouška probíhá ve dvou fázích. V první fázi probíhá rozběh každého kola na zvolenou zkušební rychlost. Během této fáze zkoušky nedochází k žádnému zaznamenávání hodnot. Po dosažení zkušební rychlosti dynamometr automaticky odpojuje pohony a tak začíná druhá fáze - volný doběh válcových jednotek s odvalujícími se koly vozidla. Zkouška končí dosažením posledním z kol rychlostního parametru **Min rychlost**.

- Vlastní výpočet pasivních odporů vychází z následujícího vztahu:

$$F_o(v) = -m_{ei} \cdot a(v)$$

kde  $F_o(v)$ ..... je pasivní odpor v závislosti na rychlosti, připadající na dané kolo  
 $m_{ei}$ ..... je ekvivalentní hmotnost připadající na jedno kolo (kolo + válce)  
 $a(v)$ ..... zpomalení dobové fáze zkoušky v závislosti na rychlosti

Zjištěná závislost pasivních odporů na rychlosti je pak pro další snadnější práci aproximována kvadratickým polynomem:

$$F_o(v) = A + B \cdot v + C \cdot v^2$$

Přesnost metody podle série opakovaných měření je v rozmezí  $\pm 25N$  v celém rozsahu rychlostí. Odchylují-li se příliš průběhy navzájem od sebe, doporučujeme zkoušku opakovat a výsledky porovnat.

Během dobové fáze lze předpokládat, že tangenciální síly mezi pneumatikou a válcem budou minimální a za tohoto předpokladu že bude dosahováno nulových skluzů mezi touto dvojicí. Na tomto je založena metoda kalibrace rolen měření skluzu. Závislost rychlosti rolny skluzu na rychlosti válce je interpolována přímkou, a takto zjištěné koeficienty tvoří kalibrační konstanty rolen.

#### 2.4.5 Teorie kalibrace setrvačných hmot kol

Vlastní zkouška probíhá také ve dvou fázích. V první fázi probíhá proces kalibrace pasivních odporů v ustálených stavech, přičemž jsou použity el.pohony zkušebny. Jedná se principiálně o stejný proces, který je popsán u kalibrací pro statické zkoušky výkonu s tou výjimkou, že probíhá pro každé kolo samostatně.

Po dosažení zkušební rychlosti dynamometr automaticky přechází z motorického do brzdného režimu a maximální silou danou nastavením regulátorů pohonů začíná jednotlivé válce s odvalujícími se koly brzdít až do zastavení. Pro analýzu se pak využívá oblast pod rychlostí 100 km/h, kde pohony brzdí konstantní silou. I během této fáze jsou zaznamenávány všechny měřené parametry, tedy i síly na tenzometrech.

Vlastní výpočet ekvivalentní hmotnosti vychází z následujícího vztahu:

$$m_e(v) = \frac{F_o(v) + F_T(v)}{a(v)} \quad [kg]$$

kde  $F_o(v)$  je pasivní odpor v závislosti na rychlosti, připadající kolu z první fáze zkoušky  
 $F_T(v)$ .....síly na tenzometru pohonu, připadající kolu během dobové fáze měření  
 $a(v)$ ..... zpomalení dobové fáze zkoušky v závislosti na rychlosti

Podle uvedeného vztahu lze spočítat pro libovolnou rychlost odpovídající ekvivalentní hmotnost. Teoreticky by měla být pro každou rychlost stejná, vzhledem k chybám měření a celkové metodice zkoušky je vzata průměrná hodnota z celého rychlostního rozsahu. Přesnost metody na základě série opakovaných měření je v rozmezí  $\pm 2kg$ . Vzhledem k tomu, že nelze předpokládat větší rozdíly mezi ekvivalentními hmotnostmi kol jedné nápravy než je chyba této metody, výsledkem pro kola dané nápravy je aritmetický průměr z pravé a levé strany.



- **Důležité upozornění !!!**

Metodika zkoušky kalibrace setrvačných hmot kol vychází z toho, že během první i druhé fáze měření má systém vozidlového dynamometru a vozidla samotného při stejné rychlosti stejné pasivní odpory. Aby tento předpoklad byl splněn, musí být všechny části jak vozidlového dynamometru tak i vozidla vytemperovány na provozní teploty, jinak dojde ke zkreslení výsledků. O tom, zda byl na předešlých řádcích popsán předpoklad splněn, se může uživatel přesvědčit pomocí opakování zkoušky. V podstatě totéž platí pro kalibraci pasivních odporů. Z tohoto důvodu je zapotřebí dodržovat následující postup:

- Provádíte-li pro dané vozidlo kalibraci setrvačných hmot kol i pasivních odporů, jako první zkoušku musíte provést kalibraci setrvačných hmot. Opačný postup by vedl ke zkreslení výsledků, poněvadž kalibrace pasivních odporů právě potřebuje správné hodnoty setrvačných hmot.
- S ohledem na předpoklady metodiky vyhodnocování je zapotřebí zkušebnu i se zkoušeným vozidlem vytemperovat na provozní podmínky. Teplota prostředí by měla být v rozmezí  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- V případě, že vozidlo resp. zkušebna bezprostředně před touto zkouškou nebyla provozována v rychlostech odpovídajícím tomuto testu, lze doporučit následující postup: V režimu  $v=\text{konstant}$  s vozidlem nastavíme  $1/2$  zkušebního parametru **Rychlost** této zkoušky a udržujeme 2 min. Následně zvýšíme na hodnotu **Rychlost** a udržujeme další 3 min. temperovací zátěžný blok ukončíme dynamickým STOPEM.
- V případě, že zkušebna nebyla více jak 1 hod v provozu před touto kalibrací, výše popsaný zátěžný blok 1 až 2x opakujeme.

#### 2.4.6 Kalibrace pro statické zkoušky výkonu

Tento typ kalibrace je určen pro statické výkonové zkoušky a zkoušky se zatížením Road Load - jejich korekci o pasivní odpory. To znamená, že systémem je zvolena konfigurace zkušebny odpovídající hnací(m) nápravě vozidla a následná kalibrace probíhá vždy jako celku.

Tato kalibrace zahrnuje nejen vlastní pasivní odpory zkušebny ale i také zkoušeného vozidla, jehož kola se odvalují po zkušebních válcích. Při vlastním zkoušení výkonu statickou metodou totiž systém detekuje pouze sílu vozidla přenesenou na povrch válce. Aby tato síla mohla být přepočtena na hřídel motoru vozidla, je nutno ji korigovat o pasivní odpory zkušebny, valivé odpory kol a vůbec pasivní odpory celého poháněcího řetězce automobilu. Právě ke zjištění souhrnu všech zde vyjmenovaných odporů slouží následně popsaná zkouška.

- **Důležité upozornění !!!**

Mají-li být dosaženy správně korigované výsledky statické metody zkoušení výkonu motoru a dosahováno správné zatížení Road Load, musí těmto testům pro každé zkoušené vozidlo tento kalibrační test předcházet! Nelze mít jedny univerzální konstanty pasivních odporů pro daný typ vozidla. Zatímco pasivní odpory zkušebny se v podstatě s provozem zkušebny nemění, na pasivní odpory samotného vozidla má vliv huštění pneu, stav brzdové soustavy (přibrzdování), stav ložisek, rozvodovky, převodovky, hnacích hřídelí atd. - a to jsou parametry silně individuální pro každé zkoušené vozidlo, do značné míry související s jeho technickým stavem. Způsobená chyba zanedbáním této skutečnosti může být až velikosti řádově 10%.

Kalibrační proces se sestává z jedné fáze, během níž přes posoupnost ustálených stavů v režimu regulace  $v=\text{konstant}$  je měřena síla potřebná k udržení nastavené rychlosti - tedy pasivní odpory celku vozidlového dynamometru s vozidlem.

Takto získané údaje pasivních odporů jsou v závislosti na rychlosti extrapolovány polynomem 2-hého stupně, což dává výsledky s chybou menší než  $\pm 10\text{N}$ :

- $$F_o(v) = A + B \cdot v + C \cdot v^2$$

- Takto vypočtené koeficienty jsou zaneseny jako parametry do systému.

#### 2.5 Speciální testy

Každý z výše uvedených typů zkoušky má svůj specifický význam v procesu zkoušení vozidla na válcové zkušebně. Tento modul speciálních testů značně rozšiřuje užité hodnoty zařízení, neboť testuje specifické funkce poháněcího ústrojí vozidla. Celý proces zkoušek je plně automatizován, takže na obsluhu z tohoto pohledu nejsou kladeny žádné nároky, stačí sledovat pokyny řídicího systému a zvolit vhodné vstupní údaje zkoušek.



### 2.5.1 Dynamická akcelerační zkouška nebo speciální dynamická tahová zkouška

- Tento typ zkoušky je určen pro rychlou diagnostiku výkonových parametrů vozidla. Při správně zadaných parametrech zkoušky a vozidla jsou výsledky plně srovnatelné se statickou zkouškou vnější rychlostní charakteristiky. Její zásadní výhodou je, že trvá podstatně kratší dobu, čímž podstatně méně tepelně a mechanicky zatěžuje motor.

- Celá zkouška se dá rozdělit na dvě fáze, část akcelerační a část volného doběhu. První fáze slouží ke zjištění hnací síly na válcích dynamometru, druhá pak slouží pro kalibraci pasivních odporů dynamometru s vozidlem. Při analýze měření je v obou případech vycházeno ze základní pohybové rovnice

- $$F = m \cdot \frac{dv}{dt} \quad [N; kg, m \cdot s^{-1}, s]$$

- Výpočet derivace rychlosti podle času - zrychlení, je systémem počítán z naměřené rychlostní závislosti na čase. Čas je měřen s přesností na 0,001 s prostřednictvím systémových hodin počítače a obvodů kvadrurních čítačů. Rychlost je snímána prostřednictvím inkrementálních rotačních snímačů, umístěných na hřídeli válců s přesností  $\pm 0,015$  km/h. Toto měření nemůže obsluha nijak pomocí vstupu z menu systému ovlivnit.

- Z hlediska uživatele je však rozhodující správné určení hmotnosti. V akcelerační fázi jsou uváděny do pohybu následující hmoty:

- $$m_{ekv} = m_D + m_{RV} + m_E$$

- kde  $m_D$  ekvivalentní hmotnost dynamometru s odpojenými pohony (1120,0 kg)

- $m_{RV}$  ekvivalentní hmotnost rotačních částí vozidla

- $m_E$  ekvivalentní hmotnost rotačních částí motoru

- Ekvivalentní hmotnosti jsou zde uváděny z toho důvodu, poněvadž celá dynamická soustava vykonává rotační pohyb, kde je z hlediska dynamických účinků rozhodující moment setrvačnosti. Přepočítání mezi momentem setrvačnosti a ekvivalentní hmotností přepočtenou na povrch válce dynamometru je následující:

- $$J_s = m_{ekv} \cdot r_v^2$$

- kde  $r_v$  ..... je poloměr válce dynamometru (1200,0 mm).

- Ekvivalentní hmotnost rotačních částí vozidla zahrnuje hmoty kol, brzdových kotoučů respektive bubnů, nábojů kola, hnacích hřídelů, ústrojí rozvodovky a převodovky, vše přepočteno vzhledem k rychlosti vozidla na povrch válce dynamometru respektive pneumatiky. Na této zkušební je zařazen speciální kalibrační test, jehož výsledkem jsou právě tyto hmoty. Pro běžná osobní vozidla se tato hmotnost pro jedno kolo pohybuje v rozmezí 8÷20 kg, přičemž je zejména rozhodující rozměr pneu. Pro vůz Škoda Felicia s pneu 14" činí tato hmotnost 9 kg. Je třeba si uvědomit, že celková hmotnost kol představuje pro zmiňované vozidlo  $\approx 3\%$  celkové ekvivalentní hmotnosti rotačních dílů dynamometru, což také zároveň představuje chybu měření, které se dopustíte, když tuto hmotnost zcela zanedbáte, nebo respektive neprovedete její kalibraci. V případě, že zadáte hodnotu hmotnosti menší než je skutečná, s ohledem na pohybovou rovnici dosáhnete oproti skutečnosti menších výkonových parametrů.

- Ekvivalentní hmotnost rotačních částí motoru zahrnuje kromě vlastních dílů motoru i ústrojí spojivého mechanismu (přítlačný talíř spojky s lamelou). Pokud není k dispozici přesný údaj výrobce, je vhodné využít porovnání s podobnou velikostí motoru, u kterého je tento údaj známý. S ohledem na to, že tento údaj přísluší rotačním dílům motoru, tak do systému je zadáván v tomto případě jako moment setrvačnosti. Pro motor vozu Škoda Felicia o obsahu 1300 cm<sup>3</sup> (Š781.136) moment setrvačnosti činí 0,12 kg.m<sup>2</sup>. Tento moment setrvačnosti je dále automaticky v systému přepočítáván podle následující vztahu na ekvivalentní hmotnost:

$$m_E = J_E \cdot (k_{n-v} \cdot 0.12)^2$$

$$k_{n-v} = \frac{n_e [\text{min}^{-1}]}{v [\text{km.h}^{-1}]}$$

- kde  $m_E$  ..... ekvivalentní hmotnost motoru v [kg]
- $J_E$  ..... moment setrvačnosti rotačních částí motoru [kg.m<sup>2</sup>]
- $k_{n-v}$  ..... koeficient závislosti otáček motoru na rychlosti vozidla
- V případě, že nejsou přímo měřeny otáčky motoru pomocí snímače připojeného na motor a není zadán správně některý z následujících údajů:
  - dílčí převodové poměry
  - stálý převod
  - převodový poměr redukce
  - aktuálně použitý převodový stupeň
  - poloměr pneumatiky
- pak jsou špatně vypočteny otáčky motoru a následně i jeho ekvivalentní hmotnost, což může způsobit značné chyby ve vyhodnocení. Z tohoto důvodu jsou setrvačné hmoty zahrnovány do vyhodnocování pouze v případě, kdy jsou otáčky motoru přímo systémem měřeny!
- Pro úplnost je následně uvedena tabulka, která obsahuje vliv zařazeného převodového stupně vozu Škoda Felicia se stálým převodem 3,895 na ekvivalentní hmotnost motoru.

• Převod. stupeň	• převod	• ekv.hmotnost [kg]	• celkový podíl [%]
• I	• 3.308	• 340	• 27.2
• II	• 1.913	• 114	• 9.1
• III	• 1.267	• 50	• 4.0
• IV	• 0.927	• 27	• 2.2
• V	• 0.717	• 16	• 1.3

- Na rozdíl od ekvivalentní hmotnosti rotačních dílů vozidla, zde není možná přímá možnost kalibrace. Existuje však možnost částečné kontroly, zda zadaný moment setrvačnosti motoru odpovídá skutečnosti. Metodika je následující. Provedte statickou zkoušku výkonových parametrů a následně se zařazeným stejným převodovým stupněm tuto akcelerační zkoušku (zkouškám by měla v každém případě předcházet kalibrace pasivních odporů respektive kalibrace setrvačných hmot jednotlivých kol). V případě, že průběhy rychlostních charakteristik si navzájem tvarově odpovídají, avšak výkonové parametry příslušející akcelerační zkoušce jsou vyšší než u

statické zkoušky, lze usuzovat na to, že zadaný moment setrvačnosti je vyšší než odpovídá skutečnosti. Opačná tendence odpovídá podhodnocení zadaného momentu setrvačnosti. V případě nesouladu výsledků změňte zadaný parametr setrvačnosti motoru.

### 2.5.2 Kontrola přesnosti tachometru

Tento typ zkoušky je určen pro kontrolu přesnosti tachometru na uživatelem tabulkou zadaných rychlostech. Součástí zkoušky může také být kontrola přesnosti denního ukazatele ujetých kilometrů. Konfigurace zkušebny odpovídá hnací nápravě vozidla, přičemž pohony jsou odpojeny a řidič jede proti volným válcům, zatíženými pouze svými vlastními odpory.

#### Důležité upozornění !!!

Zkoušené vozidlo musí mít nahuštěny pneumatiky na hnané nápravě minimálně na jmenovité tlaky předepsané výrobcem, nejlépe je hustit pneu odpovídající maximálnímu zatížení vozidla. Při zanedbání této podmínky může dojít k výraznému zkreslení výsledků.

### 2.5.3 Kontrola otáčkoměru

Tento typ kalibrace je určen pro dynamickou akcelerační zkoušku výkonu - zjištění závislosti mezi rychlostí vozidla a otáček motoru.

Bez této kalibrace pro dané zkoušené vozidlo, nebude prováděn výpočet otáček motoru a jeho točivého momentu. Také všechny závislosti budou pouze na zkušební rychlosti.

V případě, že otáčky motoru nejsou přímo měřeny, je možno otáčky motoru počítat z aktuální rychlosti vozidla a dále pak z údaje o celkovém převodovém poměru  $i_c$  a poloměru pneumatiky  $r_k$  podle následujícího vztahu:

$$n_e = v \cdot i_c \cdot 2.65258 / r_k \quad [\text{min}^{-1}]$$

kde  $v$  ..... rychlost vozidla  $v$  [ km/h ]

$i_c$  ..... celkový převodový poměr  $i_c = i_s \cdot i_p \cdot i_r$

$i_p$  ..... převodový poměr aktuálně zařazeného př. stupně

$i_r$  ..... převodový stupeň redukce

$i_s$  ..... stálý převod

$r_k$  ..... poloměr kola [m]

Celkový převodový poměr  $i_c$  si systém vypočte sám, ale správnou hodnotu obdržíte jen za předpokladu, že jsou správně zadány převodové poměry jednotlivých rychlostních stupňů, stálého převodu a konečně pak i rychlostního stupně, při kterém zkouška vozidla probíhá!

Poloměr pneumatiky odvalující se po válci dynamické zkušebny je nutné určit před dynamickou akcelerační zkouškou a zadat jeho správnou hodnotu. K tomuto účelu slouží následující kalibrační postup, založený na následujícím:

V rozsahu rychlostí, v němž bude zkouška probíhat, se v tomto rozmezí zjistí v několika bodech relace rychlosti vozidla na otáčkách motoru, měřených pomocí otáčkoměru (nejlépe při zařazeném rychlostním stupni, který bude využit při vlastní zkoušce). Poloměr kola se pak v jednom konkrétním bodě stanoví:

$$r_k = (v \cdot i_c \cdot 2.65258) / n_e \quad [\text{m}]$$

Tento postup je pak automatizován právě touto kalibrací, která má obdobu ve zkoušce tachometru. Je nutno poznamenat, že toto není zcela přesné, poněvadž dynamický poloměr kola se s rychlostí vozidla nepatrně mění.

### 2.5.4 Zkouška diferenciálů v režimu $v=\text{konst}$

Jedná se o speciální test pro zkoušení chování diferenciálů. Na nápravě, kde se zkouší diferenciál je na válcích nastavená zkušební rychlost a válce druhé nápravy jsou přepnuty do momentové regulace. Během zkoušky se po rampách může měnit zatížení z válců momentové regulace a difference rychlosti mezi válci v otáčkové regulaci.

### 2.5.5 Zkouška diferenciálů v režimu F=konst

Jedná se o speciální test pro zkoušení chování diferenciálů. Na nápravě, kde se zkouší diferenciál je na válcích nastaví zatížení silou a válce druhé nápravy jsou přepnuty do otáčkové regulace. Během zkoušky se po rampách může měnit rychlost z válců v otáčkové regulaci a difference sil mezi válci v momentové regulaci.

## 2.6 Kalibrace zkušebny

Software musí mít podporu pro kalibraci všech 8 analogových vstupů z tenzometrů.

### 2.6.1 Tenzometry 4VDM-120

Tenzometry jednotlivých pohonů se kalibrují pomocí dvoustranného ramena umístěného na elektromotoru a pomocí cejchovaných kalibračních závaží. S ohledem na délku kalibračního ramene a následné převody platí následující:

$$F = m_z \cdot g \cdot R_k \cdot r_p / \left( \frac{D_v}{2} \right) = 41.666 \cdot m_z$$

- 
- kde **F** ..... obvodová síla na povrchu válce v [N]
- **m<sub>z</sub>** ..... hmotnost kalibračního závaží v [kg]
- **g** ..... konstanta gravitačního zrychlení ;  $9,80665 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- **R<sub>k</sub>** ..... délka kalibračního ramene ;  $1,0197 \text{ m}$
- **r<sub>p</sub>** ..... převodový poměr mezi pohonem a válcem ; 2,5
- **D<sub>v</sub>** ..... průměr válce ;  $1,200 \text{ m}$
- Po instalaci kalibračního ramene se musí provést jeho vyvážení. Kontrolu vyvážení je možno udělat pomocí numerického ukazatele síly. Hodnota před instalací kalibračního ramene a po instalaci musí být totožná! Následně postupně umísťujeme na konec ramene závaží adekvátní tabulkou zvoleným silám. Kalibrace se provádí jak pro hnací tak i brzděné síly. Pro orientaci platí následující kalibrační tabulka:

• kalibrační závaží	• referenční síla
• [kg]	• [kN]
• 0	• 0.000
• 20	• 0,833
• 40	• 1,667
• 70	• 2,917
• 90	• 3,750
• 120	• 5,000

•

### 2.6.2 Kalibrace VDU – přední náprava

Tenzometry jednotlivých pohonů se kalibrují pomocí dvoustranného ramena umístěného na elektromotoru a pomocí cejchovaných kalibračních závaží. S ohledem na délku kalibračního ramene a následné převody platí následující:

$$F = m_z \cdot g \cdot R_k \cdot r_p / \left( \frac{D_v}{2} \right) = 507,804 \cdot m_z$$

- kde
- F** ..... obvodová síla na povrchu válce v [N]
  - m<sub>z</sub>** ..... hmotnost kalibračního závaží v [kg]
  - g** ..... konstanta gravitačního zrychlení ;  $9,80665 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
  - R<sub>k</sub>** ..... délka kalibračního ramene ;  $1,0197 \text{ m}$
  - r<sub>p</sub>** ..... převodový poměr mezi pohonem a válcem ; 13,0
  - D<sub>v</sub>** ..... průměr válce ;  $0,512 \text{ m}$

Po instalaci kalibračního ramene se musí provést jeho vyvážení. Kontrolu vyvážení je možno udělat pomocí numerického ukazatele síly. Hodnota před instalací kalibračního ramene a po instalaci musí být totožná! Následně postupně umísťujeme na konec ramene závaží adekvátní tabulkou zvoleným silám. Kalibrace se provádí jak pro hnací tak i brzdě síly. Pro orientaci platí následující kalibrační tabulka:

• kalibrační závaží	• referenční síla
• [kg]	• [kN]
• 0	• 0.000
• 20	• 10,156
• 30	• 15,234
• 40	• 20,312
• 50	• 25,390

### 2.6.3 Kalibrace VDU – zadní náprava

Tenzometry jednotlivých pohonů se kalibrují pomocí dvoustranného ramena umístěného na elektromotoru a pomocí cejchovaných kalibračních závaží. S ohledem na délku kalibračního ramene a následné převody platí následující:

$$F = m_z \cdot g \cdot R_k \cdot r_p / \left( \frac{D_v}{2} \right) = 680,458 \cdot m_z$$

- kde
- F** ..... obvodová síla na povrchu válce v [N]
  - m<sub>z</sub>** ..... hmotnost kalibračního závaží v [kg]
  - g** ..... konstanta gravitačního zrychlení ;  $9,80665 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
  - R<sub>k</sub>** ..... délka kalibračního ramene ;  $1,0197 \text{ m}$
  - r<sub>p</sub>** ..... převodový poměr mezi pohonem a válcem ; 17,42
  - D<sub>v</sub>** ..... průměr válce ;  $0,512 \text{ m}$

- Po instalaci kalibračního ramene se musí provést jeho vyvážení. Kontrolu vyvážení je možno udělat pomocí numerického ukazatele síly. Hodnota před instalací kalibračního ramene a po instalaci musí být totožná! Následně postupně umisťujeme na konec ramene závaží adekvátní tabulkou zvoleným silám. Kalibrace se provádí jak pro hnací tak i brzdě síly. Pro orientaci platí následující kalibrační tabulka:

• kalibrační závaží	• referenční síla
• [kg]	• [kN]
• 0	• 0.000
• 20	• 13,609
• 60	• 40,827
• 120	• 81,655
• 140	• 95,264

## 2.7 Pasivní odpory zkušebny a její diagnostika

Tato zkouška probíhá bez přítomnosti vozidla na válcích zkušebny. Slouží ke jistění pasivních odporů ložisek a řemenových pohonů zkušebny - tedy vlastních pasivních odporů zkušebny. Jedná se o základní typ kalibrace, jehož výsledky jsou v případě neprovedených kalibračních testů s vozidlem přebírány do korekcí výsledků měření. Celý proces kalibrací zkušebny je plně automatizován, takže na obsluhu z tohoto pohledu nejsou kladeny žádné nároky. Stačí zvolit jen vhodné vstupní údaje zkoušky. Mimo kalibraci, mohou také výsledky těchto zkoušek posloužit pro diagnostiku zkušebny, což je další velice užitečná schopnost.

Tyto kalibrační zkoušky se provádí v následujících případech:

- V předepsaných intervalech dle dokumentace mechanické části. Vhodný okamžik pro toto měření je po rekalibraci tenzometrických snímačů sil.
- Po provedeném mechanickém zásahu do zkušebny, např. napnutí ozubených řemenů, výměny ložiska, apod., tedy takovém zásahu, který může mít vliv na velikost pasivních odporů.
- Tehdy, má-li obsluha podezření, že s některou z válcových jednotek resp. některou částí zkušebny není něco v pořádku.

Dají se tak detekovat jak přímé mechanické problémy související se zvýšením pasivních odporů, nebo i problémy se stabilitou regulace na konstantní rychlost. Kromě toho, zobrazovací panel těchto zkoušek obsahuje téměř všechny měřené veličiny válcové zkušebny. Takže i z tohoto hlediska může obsluha usuzovat na správnou funkci jednotlivých přenosových cest měřených veličin. Lze doporučit v rámci běžné údržby tyto testy provádět a porovnávat jejich výsledky s údaji, které byly zjištěny při kalibraci v předchozím období. Dojde-li při porovnání výsledku testů k výrazné změně, a to i po opakované zkoušce, může toto znamenat potřebu servisního zásahu. Totéž může znamenat neustále se pomalu zhoršující stav.

Přes posloupnost ustálených stavů v režimu regulace  $v = \text{konstant}$  je měřena síla potřebná k udržení nastavené rychlosti - tedy pasivní odpory celku řemenový převod + válcová jednotka.

Takto získané údaje pasivních odporů jsou v závislosti na rychlosti extrapolovány polynomem 2-hého stupně, což dává výsledky s chybou menší než  $\pm 10\text{N}$ :

$$F_o(v) = A + B \cdot v + C \cdot v^2$$

Po dosažení zkušební rychlosti dynamometr automaticky přepíná na doběhovou fázi doběhu válcových jednotek. Zkouška končí dosažením posledním z kol rychlostního parametru **Min rychlost**.

Vlastní výpočet pasivních odporů vychází z následujícího vztahu:



$$F_o(v) = -m_{ei} \cdot a(v)$$

kde  $F_o(v)$ ..... je pasivní odpor v závislosti na rychlosti

$m_{ei}$ ..... je ekvivalentní hmotnost rotačních dílů zkušebny

$a(v)$ ..... zpomalení doběhové fáze zkoušky v závislosti na rychlosti

Zjištěná závislost pasivních odporů na rychlosti je pak pro další snadnější práci aproximována kvadratickým polynomem:

$$F_o(v) = A + B \cdot v + C \cdot v^2$$

Přesnost metody podle série opakovaných měření je v rozmezí  $\pm 10\text{N}$  v celém rozsahu rychlostí. Odchylují-li se příliš průběhy navzájem od sebe, doporučujeme zkoušku opakovat a výsledky porovnat.

### 2.7.1 kalibrace obecně

Celkově tedy kalibrace probíhá ve dvou po sobě následujících fázích. V první fázi probíhá proces kalibrace pasivních odporů v ustálených stavech s pohony. Po dosažení zkušební rychlosti dynamometr automaticky přepíná pohony a dochází k volnému doběhu nebo zatíženému doběhu, což tvoří druhou fázi kalibrace. Kalibrace končí zastavením poslední z válcových jednotek zkušebny. Pro další výklad je třeba rozlišit kalibraci samotných válcových jednotek a kalibraci zkušebny jako celku.

V případě kalibrace samotných válcových jednotek, každá válcová jednotka zkušebny zde vystupuje jako samostatný zkoušený subjekt. Výsledky především slouží k diagnostickým účelům. Rozdíl mezi statickou kalibrací s pohony a fází volného doběhu s odpojenými pohony vypovídá o pasivních odporech řemenového převodu mezi pohonem a válcovou jednotkou. Výsledky pro jednotlivé válcové jednotky by se neměly od sebe výrazně lišit. V případě, že nejsou provedeny kalibrace s vozidlem, pak tyto výsledky slouží pro korekci dynamické zkoušky brzdové soustavy. Pasivní odpory jednotlivých náprav zkušebny jsou pak zaneseny do systému jako součty výsledků příslušných válcových jednotek.

#### Důležité upozornění !!!

Metodika zkoušky kalibrace vozidlového dynamometru vychází z toho, že během provozu vlivem ohřevu či jiných vlivů se pasivní odpory zkušebny nemění. Aby tento předpoklad byl splněn, musí být všechny části jak vozidlového dynamometru vytemperovány na provozní teploty, jinak dojde ke zkreslení výsledků. O tom, zda byl na předešlých řádcích popsán předpoklad splněn, se může uživatel přesvědčit pomocí opakování zkoušky. Z tohoto důvodu je zapotřebí dodržovat následující postup:

S ohledem na předpoklady metodiky vyhodnocování je zapotřebí zkušebnu vytemperovat na provozní podmínky. Teplota prostředí by měla být v rozmezí  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ .

## 2.8 Ruční ovládání zkušebny a zkoušek

- Do tohoto režimu se musí zkušebna zapínat po zapnutí hlavního jističe pomocí zeleného tlačítka s klíčkem na kontrolním panelu skříně.

### 2.8.1 Ventilátor

- Zařízení pro chlazení hnacího agregátu vozidla, případně brzdové soustavy proudem vzduchu. Sepnutí ventilátoru je možno při všech činnostech.
- Zapnutí ventilátoru je signalizováno na obrazovce kontrolkou na boku symbolu ventilátoru ve schématu vozidlového dynamometru a třemi šipkami před ním. a zprávou ve stavovém řádku: "**Ventilátor zapnut**".
- Vypnutí ventilátoru je signalizováno zhasnutím kontrolky a šipek. A zprávou ve stavovém řádku: "**Ventilátor vypnut**".
- Chybový stav ventilátoru je signalizován červenými kontrolkami a šipkami a zprávou ve stavovém řádku "**Porucha ventilátoru**". Po odstranění závady lze obnovit funkci ventilátoru zapnutím a vypnutím pomocí ovládacích prvků řídicího systému.

### 2.8.2 Zadní zábrany

- Zadní zábrany (blokování) se zvedají po najetí vozidla. Slouží k ustavení vozidla na střed válců.
- Ovládání zábran je možné za těchto podmínek:
  - musí být dostatečný tlak ve vzduchotechnice
  - válce musí stát
  - nesmí být navolena příprava tj. nesmí být aktivovány měniče pohonů
  - zapnutí menu blokuje manipulaci s přípravou
- V případě pokusu o manipulaci se zábranami, pokud nejsou splněny výše uvedené podmínky musí být vypsáno varování "**Nelze manipulovat se zadními zábranami**".
- Porucha pohybu zábran, která může nastat případě, že po dané době nedošlo k zvednutí zábran nebo spuštění zábran nebo jsou zábrany v nesprávné poloze (nesprávnou polohou rozumíme stav, kdy nejsou všechny dvě zábrany ve stejném stavu tj. dole nebo nahoře), musí být signalizována.

### 2.8.3 Přední zábrany

- Přední zábrany (blokování) se zvedají před najetí vozidla. Slouží k ustavení vozidla na střed válců.
- Ovládání zábran je možné za těchto podmínek:
  - musí být dostatečný tlak ve vzduchotechnice
  - válce musí stát
  - nesmí být navolena příprava tj. nesmí být aktivovány měniče pohonů
  - zapnutí menu blokuje manipulaci s přípravou
- V případě pokusu o manipulaci se zábranami, pokud nejsou splněny výše uvedené podmínky je vypsáno varování "**Nelze manipulovat se předními zábranami**".
- Zvedání zadních zábran musí být signalizováno na obrazovce. Spouštění zábran musí být signalizováno na obrazovce uvolněním. Po úspěšném spuštění zábran tj. hlášení koncového spínače zábran (svítí) se kontrolky i šipky zhasnou a zábrany jsou zobrazeny ve spuštěné poloze, zpráva ve stavovém řádku se změní na "**Přední zábrany spuštěny**". Porucha pohybu zábran, která může nastat případě, že po dané době nedošlo k zvednutí zábran nebo spuštění zábran nebo jsou zábrany v nesprávné poloze (nesprávnou polohou rozumíme stav, kdy nejsou všechny dvě zábrany ve stejném stavu tj. dole nebo nahoře), je signalizována červenou barvou kontrolky v tlačítku červenou barvou.

### 2.8.4 Příprava

- Softwarová příprava sdružuje provedení činností pro zahájení nebo ukončení provádění zkoušek na vozidlovém dynamometru. Dále slouží ke zvýšení bezpečnosti obsluhy dynamometru, spuštění chodu válců je možno až po provedení více činností.
- Postup činností při zapnutí softwarové přípravy:
  - kontrola zda jsou měniče ready (pokud ne nahlásí se chyba a dále se nepokračuje)
  - provede se kontrola zda jsou zábrany (přední i zadní) dole pokud nejsou nahlásí se varování a dále se nepokračuje
  - kontrola zda jsou zábrany (blokování) ve stavu odpovídající nastavení v menu pokud ne nahlásí se varování a dále se nepokračuje
  - odkryjí se kryty rolen pro měření skluzu



- odbrzdí se mechanické brzdy válců

### 2.8.5 Změna rozvoru

- Funkce slouží k ovládání posuvu zadní skupiny válců pro změnu rozvoru. Funkcí se pouze aktivuje/deaktivuje modul změny rozvoru. Funkce, které by měli být realizované:

**Jedna** Slouží k zadání rozvoru vozidla v milimetrech. Po zadání je rozvor pomocí regulace přestaven na zadanou hodnotu s přesností 1 mm. Během změny rozvoru tj. posunu zadní osy, je možno provést zastavení zmáčknutím tlačítka.

**Šipka vlevo** Slouží ke zvětšování rozvoru. Pokud je klávesa držena rozvor se zvětšuje.

**Šipka vpravo** Slouží ke zmenšování rozvoru. Pokud je klávesa držena rozvor se zmenšuje.

-

### 3 Popis výstupních protokolů a jejich prezentace v systému na zpracování dat.

Současný stav software serverové části MaR v základních funkcích vyhovuje a vznikající protokoly jejichž příklady jsou uvedeny dále v této příloze. Uživatel má tento software ve zdrojové podobě v LabVIEW ve verzi odpovídající době vzniku. Bude tedy tento software upgradovat do aktuálně nejnovější verze LabView 2018 nebo novější.

Software bude zpracovávat velký objemu dat získaných z měření frekvencí 100 Hz a zajišťovat jejich zpracování a vizualizaci. Dále sbírat a synchronizovat s hlavními daty ze zkušeben pomalá pomocná měření a rychlá měření z vozidla (např. CAN). Software musí umět data se synchronizovat a převzorkovat na jednotnou uživatelem definovanou frekvenci a to zejména pro exporty dat pro další zpracování. Software musí zcela splňovat následující požadavky: ukládání dat do různých souborových formátů. Vyžadované formáty jsou National Instruments TDM a TDMS, ASCII, Labview text file (LVM formát), MS Excel, MAT (Matlab) a MDF (Measurement Data Format). MDF je formát binárního souboru pro měření dat, který vyvinula společnost Vector ve spolupráci s firmou Robert Bosch GmbH v roce 1991. Poté, co se formát MDF rychle objevil jako de facto standard v automobilovém průmyslu, revidovaná verze 4.0 byla nakonec zveřejněna jako oficiální norma ASAM v roce 2009. Formát byl naposledy aktualizován jako ASAM MDF 4.1 v roce 2012.

Možnosti práce s daty (základní matematické operace nad zpracovávanými kanály (sčítání, odčítání, násobení a dělení, korekce posunutí, převrácená hodnota, normalizace, derivování a integrování, RMS), práce s kanály (konverze kanálu, řazení, hledání maxim a minim), popisná statistika, redukce dat, interpolace, aproximace, regrese, lineární a nelineární prokládání, možnost konverze fyzikálních jednotek, práce s maticemi, digitální filtrace (IIR, FIR), rainflow analýza, FFT (FFT, inverzní FFT, autokorelace), řádová analýza. Tyto operace bude možno doprogramovat pomocí LabView nebo skriptů v jazycích Matlab a Python

Možnost automaticky (ze šablon) generovat výsledné protokoly s výsledky s textovými údaji, grafy (2D a 3D), obrázky a dalšími grafickými prvky. Možnost exportovat do formátu PDF, HTML, PPT s využitím LabView Report Generation Toolkit for Microsoft Office.

Pokud bude vhodné, je možné řešit část zpracování protokolů v program firmy National Instrument DIAdem, neboť nabízí veškeré požadované funkce. Mezi ty nejdůležitější patří automatické generování zpráv z nabídky sestavené podle požadavků uživatele. Pokročilí uživatelé mohou v prostředí DIAdem zcela volně navrhovat svoje vlastní algoritmy pro analýzu dat. Grafické uživatelské rozhraní programu může být realizováno v dialogovém editoru DIAdem.

Následují příklady protokolů, které generuje současný systém a jejich obsah by měl být v plném rozsahu zachován pouze upraven se současnými grafickými standardy a vizuálním stylem univerzity.

Všechny programy musí s uživatelem komunikovat v českém jazyce a výstupy programů (tj. protokoly a zejména grafy) musí být přepínatelné do anglického jazyka

Součástí dodávky musí být podrobná uživatelská dokumentace, včetně jasných doporučení pro obsluhu a podrobné manuály k obsluze jak v tištěné tak i elektronické podobě.

Nový SW musí zaručit kompatibilitu s uloženými datovými soubory stávající verze SW a to těmito způsoby:

- Přímá kompatibilita datových struktur
- Nebo se připouští možnost konverze starých dat do nového prostředí

**ČEZ ENERGETICKÉ SLUŽBY**

ČLEN ČEZ ESCO

**Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně****Agronomická fakulta****Ústav základů techniky a automobilové dopravy****Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR**<http://www.mendelu.cz/af/technika/stranky/labiny1.htm>

tel.: +420 5 4513 2949

fax: +420 5 4513 2093

email: [podlipny@mendelu.cz](mailto:podlipny@mendelu.cz)

## Zkušební protokol motoru

**Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN**

statická zkouška / #8

Datum : 11/07/2002 Čas : 15:56:54 Operátor : SPZ : č.m.: 6000856  
 Specifikace vozu : Xantia 2.1 Td VIN: VF7X15G00005G0677  
 Specifikace testu : Kontrolní měření  
 rv. 1996, po opravě kontaktů židla tlaku

**Barometrické podmínky**

teplota [°C] : 31

tlak [kPa] : 99.30

vlhkost [%] : 47

**Palivo**

druh : Nafta

teplota [°C] : 0

hustota [g/ccm] : 0.852

**Motor**

typ : vznětový

φ × zdvih : 85.0 × 92.0

z. objem [dm³] : 2.088

**Ostatní**

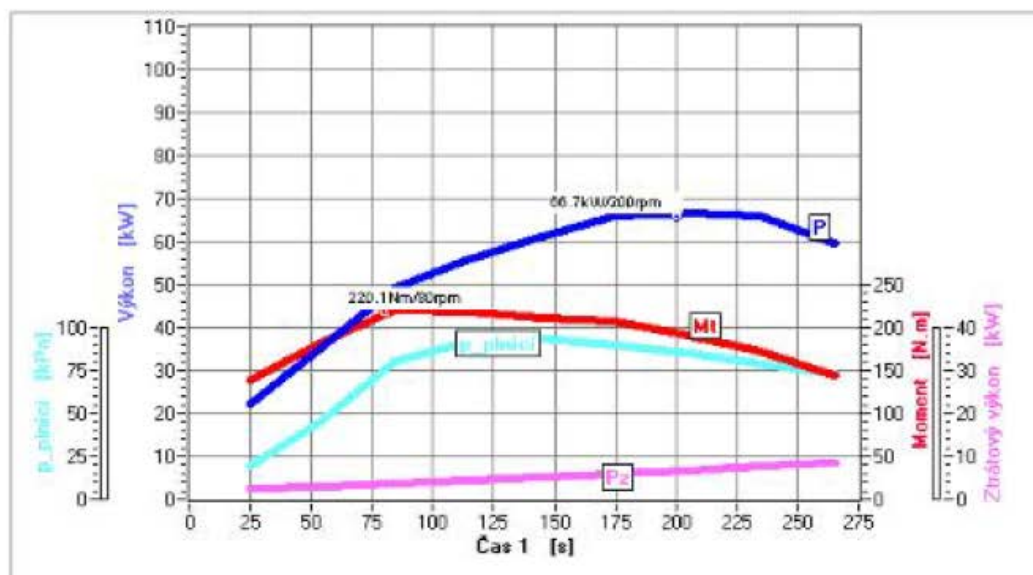
př. stupeň : IV

stav tachy : 121449 km

doplň. údaj :

*Nekorigovaná data na barometrické podmínky*

#	v	Mt kr	P kor	n_mot	T-Bosch	T_okolí	T_sání	Fc	Pz	Fo	T_výfuk	p_plnicí
	km/h	N.m	kW	1/min	°C	°C	°C	kN	kW	kN	°C	kPa
1	50.3	138.9	22.3	1532	98.2	29.2	34.0	1.60	2.4	0.173	119.1	19.0
2	60.2	184.0	35.5	1840	100.7	29.2	35.1	2.12	3.0	0.181	172.1	46.0
3	70.3	220.1	49.4	2145	106.9	29.3	30.1	2.53	3.7	0.189	257.8	80.9
4	80.2	218.4	56.0	2448	112.5	29.5	30.0	2.51	4.4	0.197	327.1	91.9
5	90.3	212.0	61.1	2754	117.1	29.6	30.2	2.44	5.1	0.205	380.5	93.7
6	100.2	206.7	66.1	3054	121.1	29.8	30.7	2.37	5.9	0.213	426.1	89.4
7	110.1	190.1	66.7	3352	125.3	29.9	30.9	2.18	6.8	0.221	460.5	85.1
8	120.2	172.4	66.0	3654	130.0	30.0	31.1	1.98	7.6	0.229	478.8	78.5
9	130.1	144.1	59.5	3945	134.6	30.2	30.9	1.65	8.6	0.238	480.3	73.3







ČEZ ENERGETICKÉ SLUŽBY

ČLEN ČEZ ESCO



Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav základů techniky a automobilové dopravy

Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR

tel.: +420 5 4513 2949

fax.: +420 5 4513 2093

email: [podlipny@mendelu.cz](mailto:podlipny@mendelu.cz)

<http://www.mendelu.cz/af/technika/stranky/labiny1.htm>

## Protokol dynamické brzdové zkoušky

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

zkouška / #12

Vozidlo:

SPZ:

Operátor:

Datum:

Čas:

Poznámka 1:

Zkušební rychlost:  km/h

Zkoušená náprava:

Poznámka 2:

LP kolo

Fb\_max:  kN

Brzdné zpomalení:  m/s<sup>2</sup>

Brzdná dráha:  m

Asymetrie P  
 %

Rozdělení

LZ kolo

Fb\_max:  kN

Brzdné zpomalení:  m/s<sup>2</sup>

Brzdná dráha:  m

Asymetrie Z  
 %

PP kolo

Fb\_max:  kN

Brzdné zpomalení:  m/s<sup>2</sup>

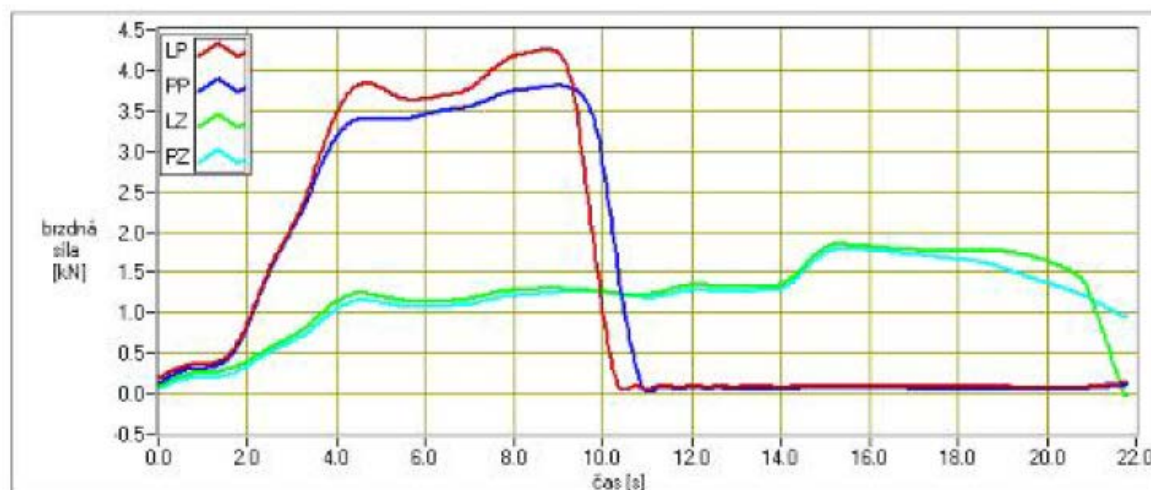
Brzdná dráha:  m

PZ kolo

Fb\_max:  kN

Brzdné zpomalení:  m/s<sup>2</sup>

Brzdná dráha:  m





**ČEZ ENERGETICKÉ SLUŽBY**

ČLEN ČEZ ESCO

**Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně****Agonomická fakulta****Ústav základů techniky a automobilové dopravy****Zemědělská 1, 613 00 Brno, CR**

tel.: +420 5 4513 2949

fax.: +420 5 4513 2093

email: [podlipny@mendelu.cz](mailto:podlipny@mendelu.cz)<http://www.mendelu.cz/af/technika/stranky/labiny1.htm>

## Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

### Zkušební protokol vozidla

v-konstant / #09

Datum : 31/05/2002

Čas : 15:09:53

Operátor :

SPZ :

Specifikace vozu : VW Passat 4x4 TDi

Specifikace testu : Kontrolní měření po opravě G0 motoru  
rv. 1999**Barometrické podmínky**

teplota [°C] : 27

tlak [kPa] : 99.50

vlhkost [%] : 48

**Palivo**

druh : Nalita

teplota [°C] : 20

hustota [g/ccm] : 0.831

**Motor**

typ : vznětový

φ x zdvih : 79.5x95.5

z. objem [dm<sup>3</sup>] : 1.896**Ostatní**

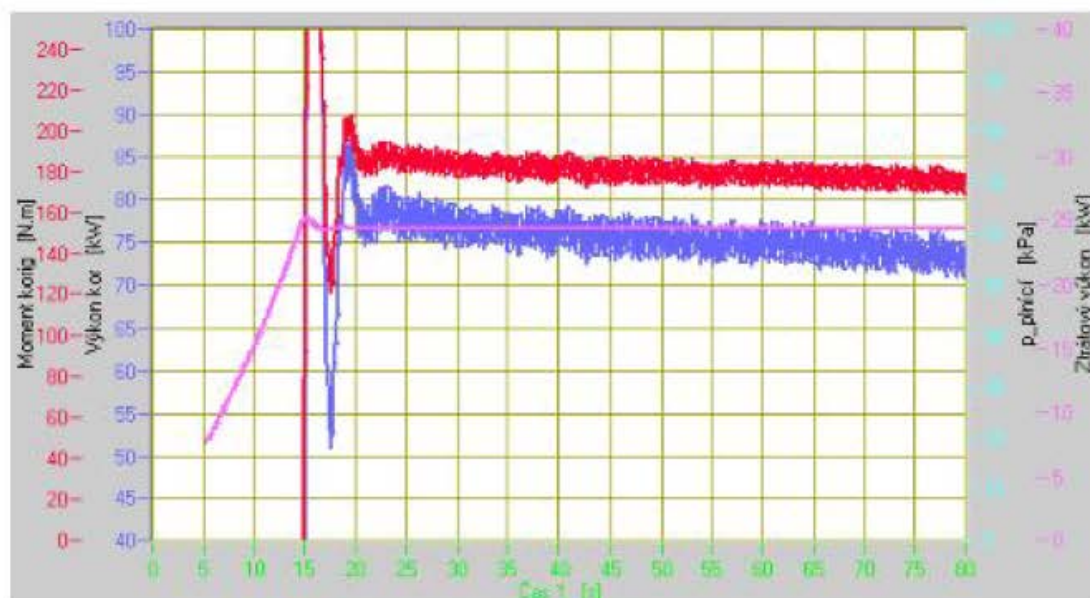
př. stupeň : IV

stav tachy : 99532 km

doplň. údaj : Typ m. AFN/AVG

*Nekorrigovaná data na barometrické podmínky*

#	v	Mt kr	P kor	n_mot	T-Bosch	T_okolí	T_sání	Fc	Pz	Fo	T_výfuk	p_plnicí
	km/h	N.m	kW	1/min	°C	°C	°C	kN	kW	kN	°C	kPa
1	49.3	-281.3	-45.2	1534	91.6	25.3	24.8	-3.30	7.9	0.577	115.4	0.0
2	142.9	310.3	130.4	4013	92.6	25.2	25.1	3.28	25.3	0.638	137.4	0.0
3	140.1	185.2	77.3	3986	95.8	25.2	25.5	1.99	24.6	0.633	182.5	0.0
4	140.1	186.9	78.1	3988	99.1	25.3	25.8	2.01	24.6	0.633	221.7	0.0
5	140.1	185.5	77.5	3989	102.0	25.4	26.4	1.99	24.6	0.633	249.7	0.0
6	140.1	179.2	74.8	3986	104.9	25.4	26.7	1.92	24.6	0.633	273.4	0.0
7	140.1	175.0	73.0	3985	107.6	25.5	27.2	1.88	24.6	0.633	294.7	0.0
8	140.1	173.2	72.3	3985	110.1	25.6	27.4	1.86	24.6	0.633	312.7	0.0
9	140.1	174.5	72.8	3985	112.4	25.6	27.4	1.87	24.6	0.633	327.8	0.0
10	140.1	178.9	74.6	3983	114.7	25.8	27.7	1.92	24.6	0.633	342.4	0.0
11	140.1	173.6	72.5	3987	116.6	25.8	28.0	1.86	24.6	0.633	353.5	0.0
12	140.1	165.8	69.2	3984	118.4	26.0	28.3	1.78	24.6	0.633	363.7	0.0
13	140.1	163.7	68.2	3980	120.2	26.1	28.5	1.75	24.6	0.633	372.4	0.0
14	140.1	163.2	68.1	3982	121.7	26.4	28.7	1.75	24.6	0.633	379.6	0.0
15	140.1	165.7	69.1	3985	123.1	26.6	29.1	1.78	24.6	0.633	386.2	0.0
16	140.1	169.6	70.7	3981	124.3	26.7	29.2	1.82	24.6	0.633	391.9	0.0





**ČEZ ENERGETICKÉ SLUŽBY**

ČLEN ČEZ ESCO



Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně  
Agronomická fakulta  
Ústav základů techniky a automobilové dopravy  
Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR

tel.: +420 5 4513 2949  
fax.: +420 5 4513 2093  
email: [podlipny@mendelu.cz](mailto:podlipny@mendelu.cz)  
<http://www.mendelu.cz/a/technika/stranky/labiny1.htm>

## Kalibrace závislosti rychlost vozidla & otáčky motoru

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

# 01

Vozidlo:

SPZ:

Operátor:

Datum:

Stav tach:

Poznámka:

Kontrolní otáčky	Měřená rychlost
<i>1/min</i>	<i>km/h</i>
1000	32.3
1500	49.9
2000	65.8
2500	82.3
3000	98.9
3500	115.5
4000	132.3

Poloměr kola [m]

**0.341**

Celkový výsledek

**OK**



ČEZ ENERGETICKÉ SLUŽBY

ČLEN ČEZ ESCO

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně  
Agronomická fakulta  
Ústav základů techniky a automobilové dopravy  
Zemědělská 1, 613 00 Brno, CR  
tel.: +420 5 4513 2949  
fax: +420 5 4513 2093  
email: podlipny@mendelu.cz  
http://www.mendelu.cz/a9/technika/stranky/labiny1.htm

## Protokol monitorování funkce ABS

Zkušebna Br4VDM MEZservis VSETÍN

zkouška / #13

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

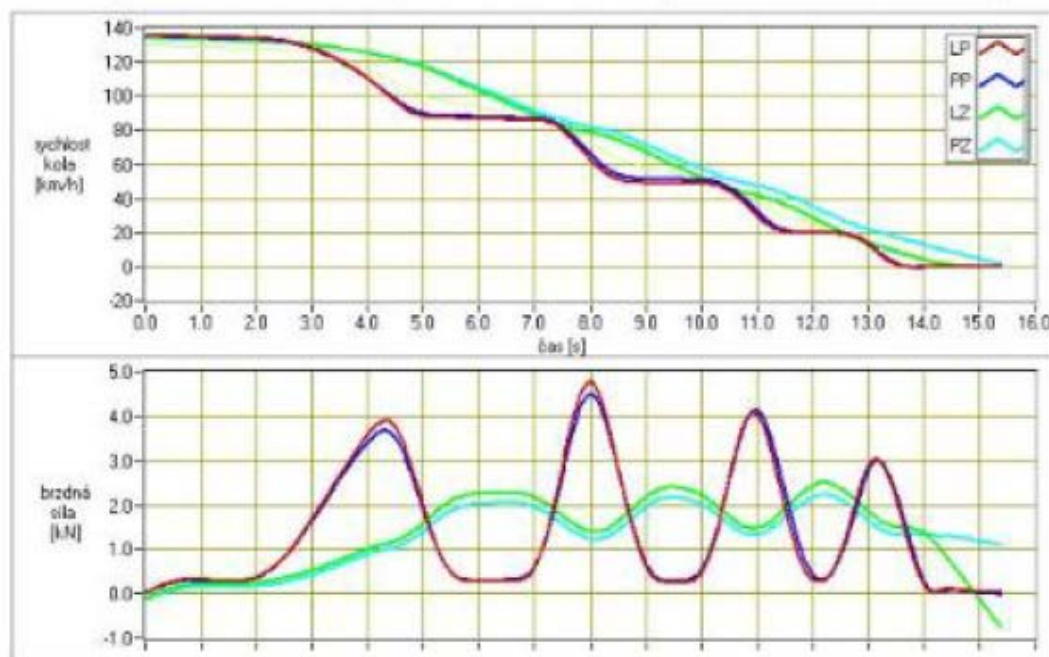
LP kolo  
Fb\_max  kN  
Max skluz lokál  %  
Max skluz globál  %

PP kolo  
Fb\_max  kN  
Max skluz lokál  %  
Max skluz globál  %

Integrovaná diference

LZ kolo  
Fb\_max  kN  
Max skluz lokál  %  
Max skluz globál  %

PZ kolo  
Fb\_max  kN  
Max skluz lokál  %  
Max skluz globál  %



### 3.1 Korekce na atmosferické podmínky

V aktuální verzi serverový systém obsahuje přepočty výkonu atd. podle různých norem, zde v posledních době došlo ke změnám, proto by bylo vhodné tyto přepočty aktualizovat.

Normalizační instituce mají definované metody pro odhad výkonu motoru mimo referenčních podmínek. Nejznámější jsou následující, které by systém měl obsahovat:

- International Standards Organization (ISO), norma ISO 1585-1992
- Society of Automotive Engineers (SAE), norma SAE J 1349-1990
- European Community (ECE), norma TRANS/SC1/WP29/R34/Rev.1 ECE
- Japanese Institute for Standardization (JIS), norma JIS D 1001-1993
- Deutsche Industrie Norm (DIN), norma DIN 70020-1986
- V ČR: Česká Státní Norma (ČSN), norma ČSN 30 2008

Normy pro korekci výkonu pro benzinové a vznětové motory jsou určeny pro automobilové, stacionární, lodní a jiné motory. Normy pro korekci výkonu jsou navrženy tak, aby odhadly výkon v nestandardních podmínkách. Nelze je však použít pro výpočet přesných výstupních hodnot. Čím větší jsou rozdíly v atmosférických podmínkách, tím větší je chyba v odhadu. Standardy vymezují limity použitelnosti těchto korekcí. Limit je okolo  $\pm 7\%$ , a proto musí korekční koeficient být v rozmezí od 0,93 do 1,07. Součástí některých jsou i korekce na teplotu a vlastnosti paliva, které by bylo vhodné do systému zahrnout.

### 3.2 Uspořádání velínu - monitory

Velín dozná po stavební stránce určitých úprav (PS03), jeho vnitřní uspořádání se však takřka nezmění.

Výraznější změny pouze dozná uspořádání a počet obrazovek s ohledem na stále rostoucí počty kanálů a tím vynucené zvýšení zobrazovací plochy. V případě monitorů se předpokládá následující koncepce:

- Všechny monitory ve velínu shodné velikosti a typu, velikost se předpokládá 32“, rozlišení Full-HD
- 1-Monitor: základní ovládání přes funkční klávesy + zobrazení základních pevných obrazovek (numerické, seminumerické, grafy)
- 2-Monitor: rozšířené zobrazení, uživatelsky konfigurovatelné (numerické, seminumerické, grafy)
- 3-Monitor: Obsah shodný s obrazovkou pře operátorem ve vozidle (z tohoto důvodu je v systému rozbočovač signálu příslušející tomuto grafickému výstupu)
- 4-Monitor: rozhraní pro ovládání vzduchotechniky zkušební haly (tento monitor není předmětem dodávky)
- 5-monitor: pro operátora před vozidlem. Minimální velikost 32“, doporučuje se větší svítivost, aby byla zaručená čitelnost při jeho oslunění.