

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015

Vojtěch Krupař

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Zkoušení charakteristik tlumiče na dynamickém zkušebním stavu

Vojtěch Krupař

Bakalářská práce

2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Vojtěch Krupař  
Osobní číslo: D12359  
Studijní program: B3709 Dopravní technologie a spoje  
Studijní obor: Dopravní prostředky: Silniční vozidla  
Název tématu: Zkoušení charakteristik tlumiče na dynamickém zkušebním stavu.  
Zadávací katedra: Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

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

- 1) Úvod
- 2) Charakteristika tlumičů pérování
- 3) Dynamická zkouška tlumičů
- 4) Vyhodnocení naměřených hodnot
- 5) Závěr

Cíl: Cílem práce je experimentální zjištění dané charakteristiky poškozeného tlumiče spojené s teoretickým rozbohem daného stavu.

Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího práce  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran textu a přílohy  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná  
Seznam odborné literatury:

**VLK, František. Diagnostika motorových vozidel: výkon vozidla, brzdné vlastnosti, převodová ústrojí, řízení, geometrie kol, tlumiče a pružiny, řiditelnost a ovladatelnost, životnostní zkoušky, motor, zapalování, elektronické systémy. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk,DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006, 444 s. ISBN 80-239-7064-X.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Jilek, DiS.**  
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **25. února 2015**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **29. května 2015**



doc. Ing. Ivo Drahošský, Ph.D.  
děkan

L.S.



doc. Ing. Michael Lata, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. února 2015

Prohlašuji:

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

Tato bakalářská práce byla realizována s využitím technologií Výukového a výzkumného centra v dopravě.

V Pardubicích dne 25. 5. 2015

Vojtěch Krupař

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Jílkovi Dis. za rady a připomínky k vypracování této práce. Dále pak Ing. Jakubu Vágnerovi Ph.D. za pomoc a vedení při realizaci měření. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat Lukáši Baranovi za poskytnutí vyřazených tlumičů a samozřejmě celé své rodině a přátelům za podporu při studiu.

## **ANOTACE**

V úvodu práce jsou popsány jednotlivé konstrukce tlumičů pérování. Hlavní náplní této práce je praktické zjišťování tlumících charakteristik tlumičů pérování pomocí demontážní metody na dynamickém zkušebním stavu. Součástí je také následné vyhodnocení těchto charakteristik a porovnání s charakteristikou tlumiče v bezvadném stavu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

tlumiče pérování, tlumící charakteristiky, diagnostika tlumičů, dynamický zkušební stav

## **TITLE**

Testing of shock absorber characteristics on the dynamic test bench.

## **ANOTATION**

In the beginning of bachelor thesis are describes the various constructions of shock absorbers. The main content of this work is a practical finding damping characteristics of shock absorbers using the dismantling method on the dynamic test bench. It also includes a subsequent evaluation and comparison of these characteristics with shock absorbers in perfect condition.

## **KEYWORDS**

shock absorbers, damping characteristics, diagnostics of dampers, dynamic test bench

# Obsah

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>1. CHARAKTERISTIKA TLUMIČŮ PÉROVÁNÍ</b> .....	<b>12</b>
1.1. Základní tlumicí charakteristika.....	12
1.2. Druhy tlumičů .....	13
1.2.1. Dvouplášťový teleskopický tlumič kapalinový .....	13
1.2.2. Jednoplášťový teleskopický tlumič .....	14
1.2.3. Tlumiče s polohově závislým tlumením PSD.....	15
1.2.4. Tlumiče s elektronicky řízeným tlumením (CDC) .....	16
1.2.5. Magnetoreologické tlumiče .....	17
1.2.6. Aktivní podvozek MRC-Bose .....	18
<b>2. DYNAMICKÁ ZKOUŠKA TLUMIČŮ</b> .....	<b>20</b>
2.1. Testování tlumičů demontovaných z vozidla.....	20
2.2. Měřicí zařízení .....	20
2.2.1. Mechanické dynamometry.....	20
2.2.2. Hydraulické dynamometry .....	21
2.3. Příprava experimentu .....	22
2.3.1. Testované tlumiče .....	22
2.3.2. Přípravek k uchycení tlumiče v dynamickém stavu .....	23
2.4. Průběh měření .....	24
<b>3. VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT</b> .....	<b>26</b>
3.1. Tlumič č. 1 .....	27
3.2. Tlumič č. 2 .....	28
3.3. Tlumič č. 3 .....	30
3.3.1. Tlumič č. 3a .....	30
3.3.2. Tlumič č. 3b .....	31
3.4. Tlumič bez olejové náplně .....	32



3.5. Porovnání charakteristik.....	32
<b>4. ZÁVĚR .....</b>	<b>35</b>
<b>5. POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>36</b>
<b>6. PŘÍLOHY .....</b>	<b>38</b>

## SEZNAM ILUSTRACÍ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázek 1 - Vliv tlumiče odpružení při přejezdu výstupku.....	12
Obrázek 2 - Tlumící síla v závislosti na rychlosti a na zdvihu.....	13
Obrázek 3 - Funkční schéma dvouplášťového tlumiče.....	14
Obrázek 4 - Funkční schéma jednoplášťového tlumiče.....	15
Obrázek 5 - Polohově závislé tlumení SENSE-TRAC a SAFE-TECH.....	16
Obrázek 6 - Tlumiče s elektronicky řízeným tlumením.....	17
Obrázek 7 - Magnetoreologický tlumič.....	18
Obrázek 8 - Systém odpružení MRC-Bose.....	19
Obrázek 9 - Základní charakteristiky vozidlového tlumiče.....	20
Obrázek 10 - Schéma konstrukce mechanického dynamometru.....	21
Obrázek 11 - Hydraulický dynamometr.....	22
Obrázek 12 - Testované tlumiče.....	23
Obrázek 13 - Přípravky k uchycení tlumiče.....	24
Tabulka 1 - Vstupní hodnoty pro měření.....	25
Tabulka 2 - Údaje o tlumičích pérování.....	28
Graf 1 - Vstupní data.....	26
Graf 2 - Tlumič č. 1 - tlumící charakteristiky.....	27
Graf 3 - Tlumič č. 2 - tlumící charakteristiky.....	29
Graf 4 - Tlumič č. 3a - tlumící charakteristiky.....	30
Graf 5 - Tlumič č. 3b - tlumící charakteristiky.....	31
Graf 6 - Tlumič bez olejové náplně – tlumící charakteristiky.....	32
Graf 7 - Porovnání charakteristik - frekvence č. 1.....	33
Graf 8 - Porovnání charakteristik - frekvence č. 2.....	34

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

A	–	amplituda harmonické budící výchylky [mm]
ABS	–	Anti-lock Brake System
CAN	–	Controller Area Network
CDC	–	Continuous Damping Control
DCD	–	Displacement Conscious Damping
EBA	–	Emergency Brake Assist
ESP	–	Electronic Stability Control
f	–	frekvence [Hz]
IDS	–	Interactive Driving System
MRC-Bose	–	Magnetic Ride Control-Bose
n	–	otáčky [ $\text{min}^{-1}$ ]
PEBS	–	Predictive Emergency Braking System
PSD	–	Position Sensitive Damping
ŘJ	–	řídící jednotka
t	–	čas [s]
v	–	rychlost [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
VVCD	–	Výukové a výzkumné centrum v dopravě
$\dot{x}$	–	časová derivace dráhy (rychlost) [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
$\omega$	–	úhlová rychlost [ $\text{s}^{-1}$ ]

## ÚVOD

V dnešní době je kladen velký důraz na bezpečnost. Dochází k vylepšování prvků jak pasivní tak i aktivní bezpečnosti automobilů. V oblasti aktivní bezpečnosti jsou to asistenční systémy, které mají řidiči ulehčit řízení vozidla. Řidič tak má mnohem lepší přehled o aktuálním stavu vozidla, eventuálně okolí (systém kontroly tlaku v pneumatikách, kontrola mrtvého úhlu, parkovací asistent, systém sledování jízdního pruhu). V případě nouze dokáží tyto asistenční systémy také pomoci s řešením krizových situací (ABS, ESP, PEBS, EBA).

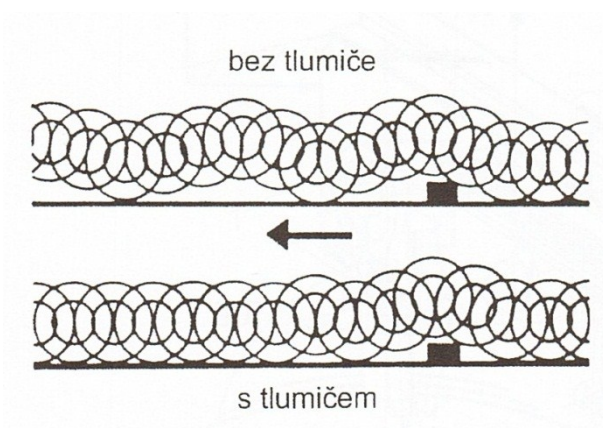
Nicméně aby mohli tyto systémy správně pracovat, je nutné, aby byl zajištěn neustálý styk kol s vozovkou. To mají na starost právě tlumiče pérování, které se také řadí do prvků aktivní bezpečnosti, neboť se výrazně podílí na jízdních vlastnostech vozidla. Technický stav tlumičů má velký vliv na komfort jízdy, ovládání vozidla, na výši nákladů souvisejících s provozem vozidla a hlavně na manévrovatelnost vozidla v krizových situacích. Z tohoto důvodu je potřeba, aby byly tlumiče v bezvadném stavu. Ke zjišťování technického stavu nám slouží metody technické diagnostiky.

K diagnostice stavů tlumičů se používají dvě základní metody. První metodou je bezdemontážní zkouška tlumičů na vozidle. Tato metoda je rychlá, protože odpadá nutná demontáž tlumičů z vozidla a poté následná montáž zpět na vozidlo. Výsledek tohoto měření je testovacím zařízením okamžitě vyhodnocen. Proto je tato zkouška výhodná pro automobilové servisy.

Tato práce se zabývá druhou diagnostickou metodou. Jedná se o zkoušení samostatných tlumičů, které jsou demontovány z vozidla. Tato metoda je časově i pracovně náročnější než předchozí, ale je vhodnější pro zjištění vlastní charakteristiky daného tlumiče pérování, protože jsou vyloučeny nežádoucí vlivy ostatních částí vozidla na výsledek měření.

# 1. CHARAKTERISTIKA TLUMIČŮ PÉROVÁNÍ

Tlumiče pérování mají za úkol zkrátit rozkmitání odpérovaných hmot vozidla, aniž by se nadměrně bránilo propérování pružin. Tvoří tak poddajné spojení mezi hmotami odpérovanými a neodpérovanými, které klade jejich vzájemnému pohybu určitý odpor. Tlumiče zajišťují, že při přejezdu nerovností utlumují rozkmitání neodpérovaných hmot a tím se snaží udržovat kola ve stálém styku s vozovkou. To má zásadní vliv na bezpečnost jízdy, protože přes stykovou plochu mezi kolem a vozovkou se přenášejí veškeré síly důležité pro provoz vozidla (hnací, brzdné a boční síly). Utlumením nežádoucího kmitání karoserie se také dosáhne zvýšeného pohodlí posádky vozidla.

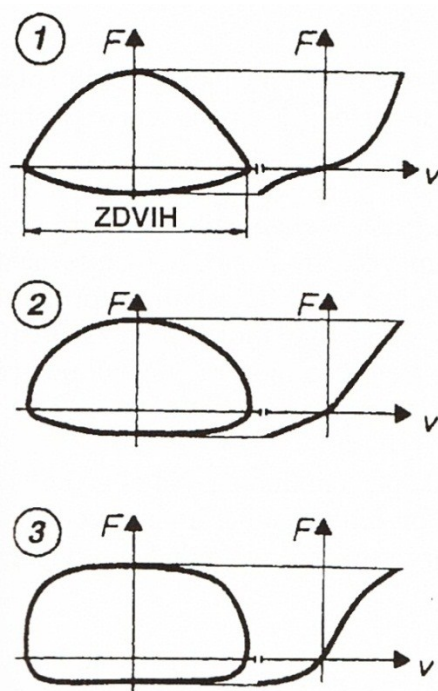


**Obrázek 1** - Vliv tlumiče odpružení při přejezdu výstupku [1]

V současné době se nejčastěji využívají hydraulické tlumiče v různých provedeních. K vyvození tlumícího účinku využívají hydraulické tlumiče škracení průtoku kapaliny kanálky, které jsou vytvořeny v pracovním pístu tlumiče.

## 1.1. Základní tlumící charakteristika

Základním hodnotícím kritériem tlumiče jsou jeho tlumící charakteristiky. Ty udávají závislost síly na zdvihu anebo síly na rychlosti. Tlumící síla se mění také podle toho, zda se tlumič stlačuje nebo roztahuje. To je patrné na vzorových průbězích na obrázku 2. Je to způsobeno tím, že při nájezdu na překážku je potřeba, aby tlumič nebránil propérování kola. Naopak při roztahování tlumiče je nutné, aby došlo rychle k utlumení. „Kompromisem mezi nejlepšími jízdními vlastnostmi a požadavkem na dostatečnou životnost komponentů závěsu kola je používání tlumičů s degresivní charakteristikou.“ [2 s. 7]



**Obrázek 2** - Tlumící síla v závislosti na rychlosti a na zdvihu: [3]

1) progresivní    2) lineární    3) degresivní

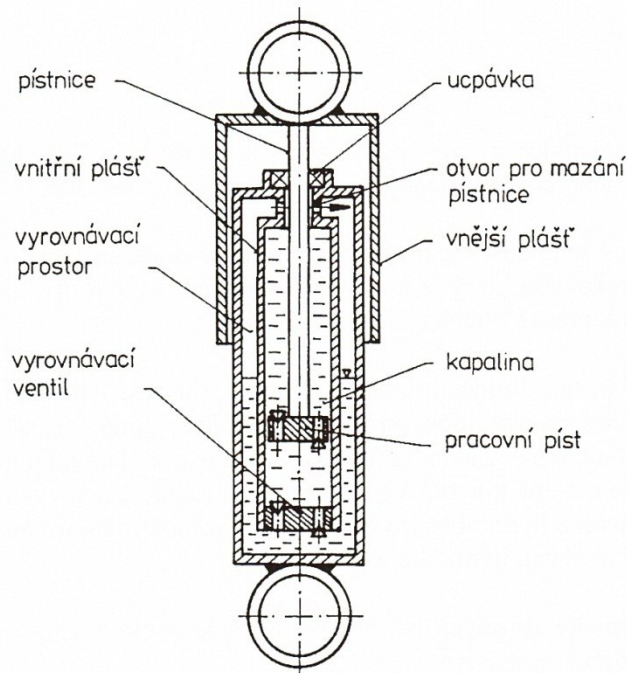
## 1.2. Druhy tlumičů

### 1.2.1. Dvouplášťový teleskopický tlumič kapalinový

Jedná se o nejčastěji používaný automobilový tlumič pérování. K vyvození tlumícího účinku se využívá škrcení průtoku kapaliny při průchodu ventily. Dvouplášťový teleskopický tlumič pérování tvoří dva sousedící válce. Ve vnitřním válci je pracovní prostor, ve kterém je uložen pracovní píst, který je spojen s pístnicí. Pístnice prochází horní částí válce, kde je těsnění a pístnice je na konci uzpůsobena k připevnění na vozidlo. Ve spodní části pracovního prostoru je vyrovnávací ventil, který spojuje pracovní a zásobní prostor. Zásobní prostor se nachází mezi vnějším a vnitřním válcem a tvoří vnější část tlumiče. Pracovní prostor je zcela zaplněn tlumičovým olejem, zásobní prostor je zaplněn přibližně z jedné poloviny. Zásobní prostor slouží k vyrovnávání objemu kapaliny v pracovním prostoru a k vyrovnávání rozdílů objemu kapaliny při změnách teplot.

Konstrukce těchto tlumičů vyžaduje, aby byly montovány ve svislé poloze nebo se sklonem do  $45^\circ$ . Pokud by byl sklon větší než  $45^\circ$  mohl by se do pracovního prostoru dostat vzduch, který je v zásobním prostoru nad hladinou kapaliny. Přísátí vzduchu je nežádoucí,

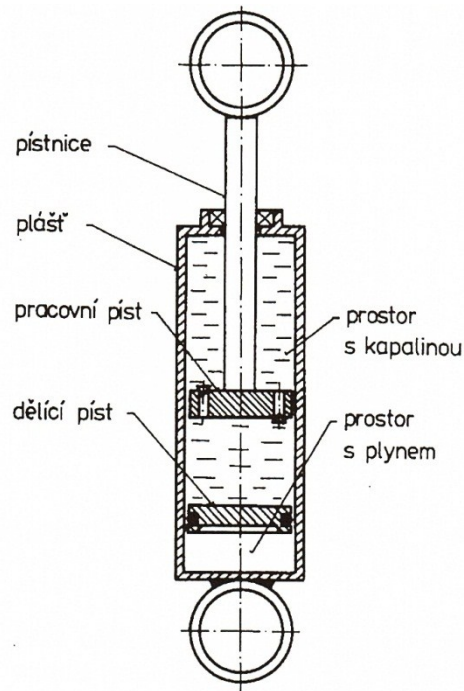
protože v pracovním prostoru se vytvoří vzduchový polštář a tím přestane být dokonale vyplněn kapalinou, což způsobí kolísání tlumící síly. Vzduchový polštář se také může vytvořit ochlazením zahřátého tlumiče při delším stání vozidla, při kterém dochází ke změně objemu kapaliny. [3]



**Obrázek 3** - Funkční schéma dvouplášťového tlumiče [3]

### 1.2.2. Jednoplášťový teleskopický tlumič

Dalším často používaným tlumičem pérování u dnešních osobních automobilů je jednoplášťový teleskopický tlumič, který odstraňuje nevýhodu, kdy při průchodu tlumící kapaliny ventily v pracovním pístu dochází u dvouplášťového tlumiče ke zpěnění této kapaliny a účinnost tlumiče se snižuje. Tlumič je tvořen pouze jedním plášťem, uvnitř kterého se nachází pracovní píst spojený s pístnicí a v dolní části tlumiče se nachází plovoucí píst. Ten od sebe odděluje pracovní prostor nad tímto pístem kde je tlumící kapalina od prostoru pod pístem kde je stlačený plyn. Pracovní píst plní stejnou funkci jako u dvouplášťového teleskopického tlumiče. Plovoucí píst pomocí plynu tlačí kapalinu nad tímto pístem a tak nedovolí, aby při pracovních zdvizích tlumiče docházelo ke zpěnění oleje při průchodu ventily.

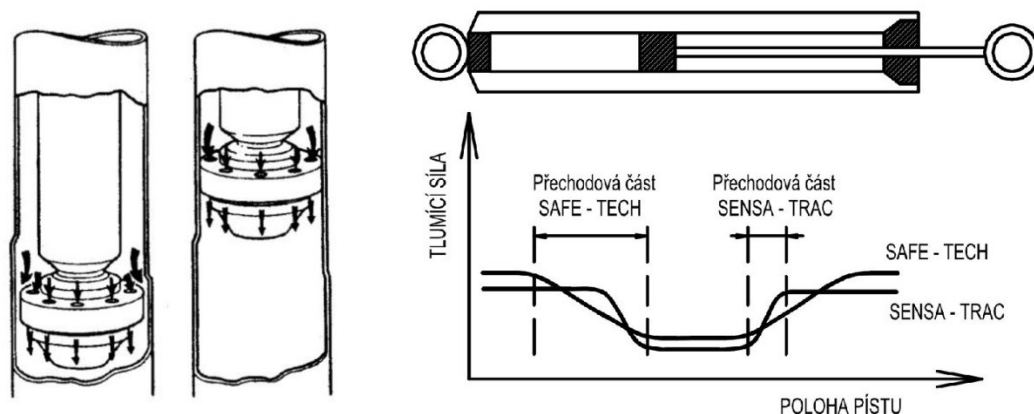


Obrázek 4 - Funkční schéma jednoplášťového tlumiče [3]

### 1.2.3. Tlumiče s polohově závislým tlumením PSD

Tlumič je konstrukčně upraven tak, že je ve střední části rozšířen. Toto rozšíření umožňuje obtékání kapaliny kolem pístu a kapalina tak nemusí procházet přes ventily v pístu. Obtokový kanálek je právě v takovém místě odpovídající malému zatížení a malým zdvihům. Při málo zatíženém vozidle a při malých zdvizech pak může část oleje protékat obtokovým kanálkem a pohybu pístu je tedy kladen menší odpor a vytváří se tak malý tlumící účinek. Tím se v tomto režimu omezují případné tvrdé rázy. Při velkých zdvizech a vyšším zatížení je dráha pístu již mimo obtokový kanálek, a tak může olej protékat pouze přes kanálky v pístu, čímž se zvětší odpor proti pohybu a tím i tlumící účinek. Změna tlumícího účinku závisí na zatížení a velikosti kmitů. Tlumiče této konstrukce vyrábí firma Monroe pod označením SENSE-TRAC. Vylepšením této konstrukce vznikla řada SAFE-TECH kde došlo k upravení zakončení obtokové drážky, která má oproti předchůdci plynulejší zakončení. [3]





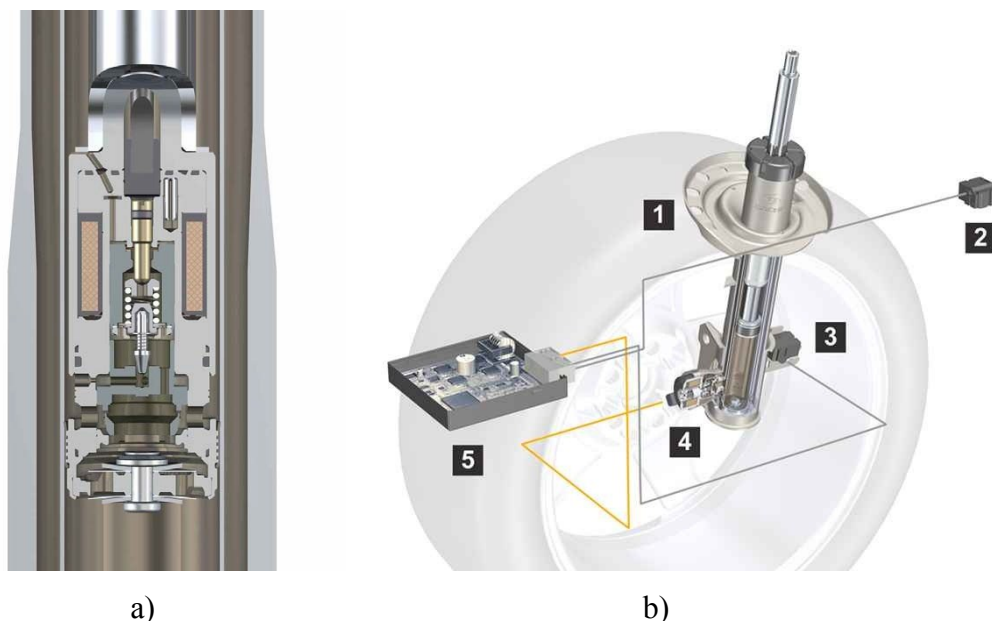
**Obrázek 5** - Polohově závislé tlumení SENSА-TRAC a SAFE-TECH [4]

Pro velkokapacitní osobní automobily byl vyvinut systém DCD. U tohoto systému jsou kvůli lepšímu využití prostoru tlumiče uloženy v šikmé poloze. Tím je zkrácena délka pohybu pístnice a účinnost tlumení. Systém DCD je tvořen klasicky pracujícím kapalinovým tlumičem, který má dva průměry. Největší průměr se nachází ve střední části tlumiče. V principu se tedy jedná opět o polohově závislé tlumení. [3]

#### 1.2.4. Tlumiče s elektronicky řízeným tlumením (CDC)

Tlumiče s elektronicky řízeným tlumením jsou na vozidle většinou jako soustava, kterou tvoří elektronicky nastavitelné tlumiče, snímače a řídicí jednotka vozidla. Provedení pracovního pístu je takové, že jsou v pístu vytvořeny průtočné kanálky. Píst je ovládán elektromotorem, který dostává impulzy z ŘJ vozidla. Tak je možné pohybem tohoto pístu měnit průtočný profil, který ovlivňuje odpor průtoku kapaliny kanálky a tím i tlumící účinek. „Tlumič je plynule nastavitelný od měkkého naladění až po tvrdou charakteristiku. Řídicí jednotka zjišťuje každé 2 milisekundy aktuální potřebu tlumení a následně upravuje až 20x za sekundu proud, který ovládá pohyb pístku.“ [5 s. 14]

Elektronická ŘJ dostává informace ze snímačů na karoserii, které slouží k orientaci jednotky. Další snímače jsou pak na kolech vozidla a snímají zrychlení vozidla. Pro rychlé rozhodování jednotky se využívají i další signály jako je rychlost vozidla, poloha akceleračního pedálu, boční zrychlení apod. „Elektronická regulace je výhodná také z hlediska propojení s dalšími systémy prostřednictvím sběrnice CAN, takže pak (jako v případě systému IDS Plus) s aktivními tlumiči spolupracuje ABS, ESP, elektrický posilovač řízení, elektronický pedál plynu nebo řazení automatické převodovky.“ [6]



**Obrázek 6** - Tlumiče s elektronicky řízeným tlumením: [6]

a) píst

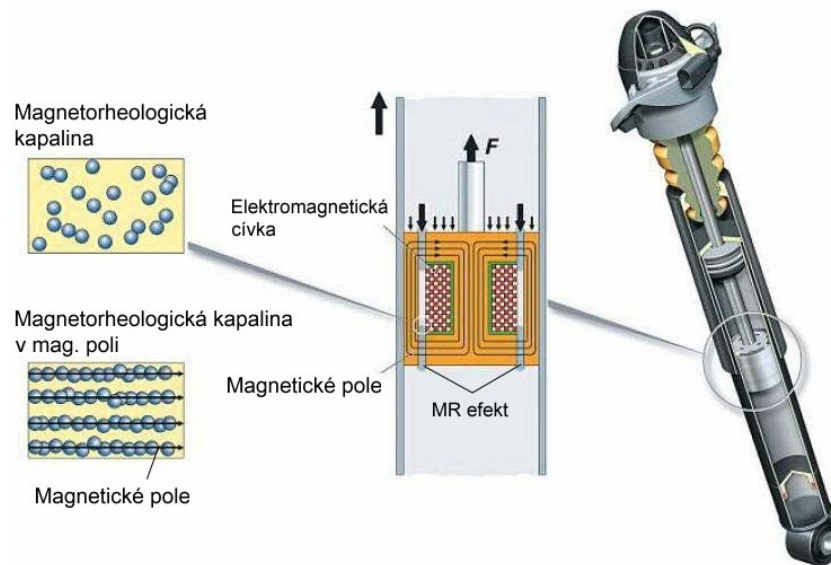
b) Systém CDC

### 1.2.5. Magnetoreologické tlumiče

Magnetoreologické tlumiče využívají látek, které jsou schopny na základě změn magnetického pole měnit svoji viskozitu. Jedná se o magnetické kapaliny s obsahem feromagnetických nanočástic.

„Magnetoreologický tlumič umístěný ve voze Audi TT obsahuje tyto hlavní části: šasi, píst, budicí cívku a magnetickou kapalinu. V pístu tlumiče jsou kanály, kudy proudí magnetická kapalina. Kolem těchto kanálů je navinuta budicí cívka, která vytváří elektromagnetické pole v pístu tlumiče. Vlivem tohoto pole se v pístu zvyšuje viskozita magnetické kapaliny a tudíž i tlumící síla magnetoreologického tlumiče. Odezva viskozity na změnu elektromagnetického pole se pohybuje v milisekundách. Tlumič je schopen reagovat do 5ms, zatímco konvenční tlumič reaguje přibližně do 15 ms.“ [7]

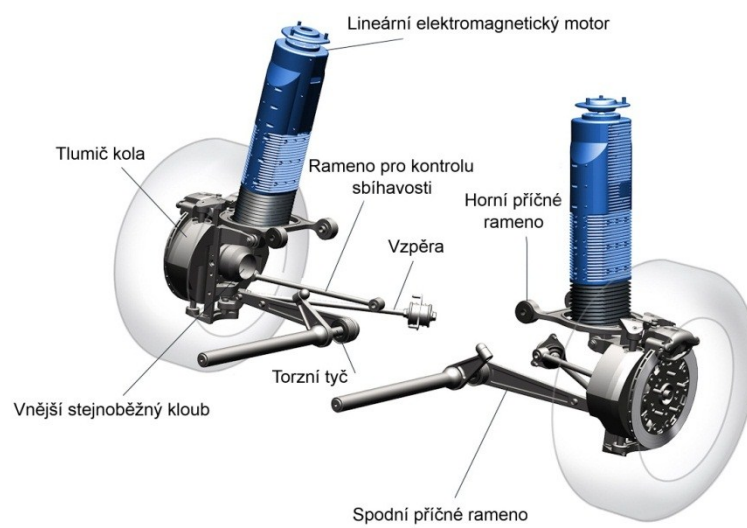
Systém s magnetoreologickými tlumiči musí být vybaven ŘJ a senzory, aby bylo možné provádět optimální regulaci tlumícího účinku v závislosti na jízdní situaci. Pro vyhodnocování aktuálního stavu vozidla, spolupracuje ŘJ také se systémy ABS, ESP atd. [7]



**Obrázek 7** - Magnetoreologický tlumič [7]

### 1.2.6. Aktivní podvozek MRC-Bose

Na rozdíl od předchozích konstrukcí, systém MRC-Bose nepoužívá k vytvoření tlumícího účinku kapalinu, ale využívá lineární elektromotory a elektromagnetismus. Tlumiče vybavené aktivním řízením trvá změna nastavení tlumící charakteristiky 5 až 10 milisekund. U tohoto systému trvá elektromotoru úprava charakteristiky tlumení jednu milisekundu. Lineární elektromagnetický motor je nainstalován na každém kole. Uvnitř elektromagnetického motoru jsou magnety a cívky. Při průchodu elektrického proudu cívkami, motor se roztáhne nebo stáhne a tím vytváří pohyb mezi kolem a karoserií. ŘJ musí rychle zpracovávat signály a vyhodnotit, které z kol potřebuje dané tlumení. Dosahuje se tak vysokého komfortu jízdy, neboť nedochází k naklánění vozidla při průjezdu zatáčkou, ke klonění vozidla při rozjezdu a brzdění a systém se také dokáže vyrovnat s nerovností vozovky. [8] „Lineární elektromotory při propružení kola generují energii, která se ukládá do vysokovýkonných kondenzátorů Ultra-Caps a která je později využita k vyvolání tlumícího účinku. Systém pracuje s napětím 300 V, ale palubní síť zůstává 12 V.“ [5 s. 16]

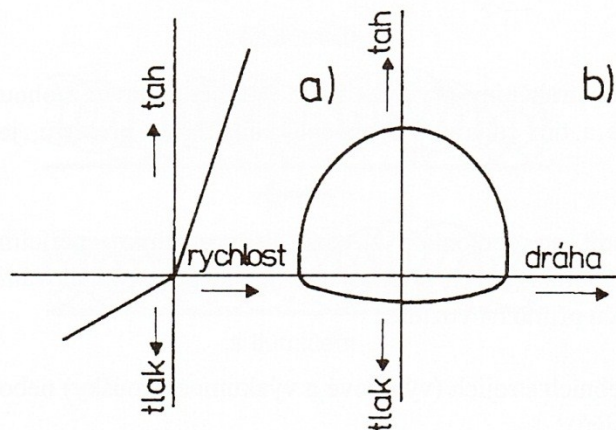


**Obrázek 8** - Systém odpružení MRC-Bose [9]

## 2. DYNAMICKÁ ZKOUŠKA TLUMIČŮ

### 2.1. Testování tlumičů demontovaných z vozidla

Jedná se o testování samotných tlumičů. Zjišťují se dvě charakteristiky, základní (rychlostní) a zdvihová. Základní charakteristika dává závislost mezi tlumící silou a rychlostí pohybu pístu tlumiče, kde síla lineárně závisí na rychlosti (**Obrázek 9**). „Součinitel lineárního tlumení je pro tlakový stupeň a pro tahový stupeň rozdílný, tzn., že závislost tlumící síly na rychlosti má lomený přímkový průběh.“ [1 s. 291] Charakteristika ale nemusí mít pouze přímkový průběh. Ke zjišťování skutečných charakteristik tlumičů se používají zkušební stavy, ve kterých je tlumič rozkmitáván pomocí kinematického buzení (sinusový pohyb) a měří se reakční síla vyvozovaná tlumičem. Změnou rychlosti pohybu pístu se získávají jednotlivé body charakteristiky. Měřením na zkušebním stavu se zároveň zjišťuje i druhá (zdvihová) charakteristika a tou je závislost tlumící síly na dráze. Při tomto testování jsou vyloučeny vlivy ostatních částí vozidla na výsledek zkoušky. [1]



**Obrázek 9** - Základní charakteristiky vozidlového tlumiče: [1]

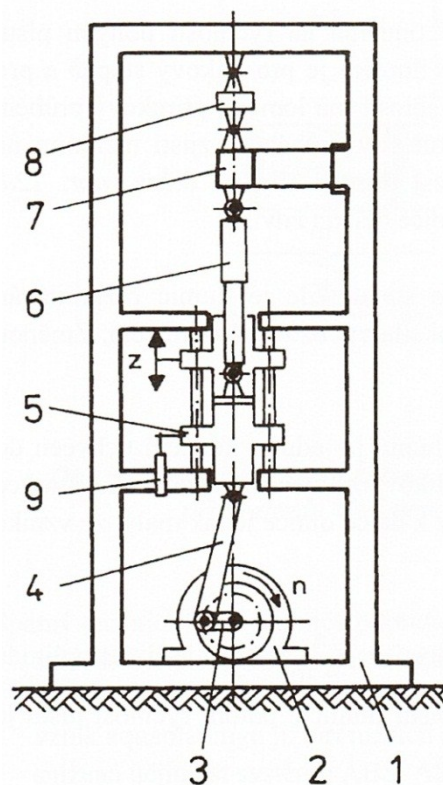
a) rychlostní      b) zdvihová

### 2.2. Měřicí zařízení

#### 2.2.1. Mechanické dynamometry

Mechanické měřicí zařízení je nejčastěji realizováno pomocí klikového mechanismu. Tlumič je ve zkušebním stavu jedním koncem (zpravidla pístnicí) upevněn do upínacího

členu, který je spojen se snímačem síly. Druhý konec tlumiče je upevněn ve vodícím členu, který je spojen s klikovým mechanismem. Klikový mechanismus je poháněn přes ozubený převod nebo řemenový převod od elektromotoru. Konstrukce klikového mechanismu musí být taková, aby poměr poloměru kliky a délky ojnice byl dostatečně malý, aby jeho pohybem vznikl sinusový pohyb s rychlostí  $v(t)$ . [10] „Stolice zpravidla umožňují skokovou nebo plynulou změnu frekvence zkušebních cyklů a délky zdvihu. Nevýhodou mechanických stolic je jejich pevně daný tvar budícího cyklu, tato nevýhoda je však dostatečně vyvážena konstrukční jednoduchostí.“ [10 s. 21]



**Obrázek 10** - Schéma konstrukce mechanického dynamometru: [1]

1) stojan; 2) hnací motor; 3) klika; 4) ojnice; 5) vodící saně; 6) tlumič; 7) pružný člen; 8) snímač síly

### 2.2.2. Hydraulické dynamometry

Rozdílem proti mechanickým dynamometrům je v pohonu stroje. U hydraulických dynamometrů se využívá kapalina, která je stlačena na vysoký tlak. Ke stlačení kapaliny slouží hydraulický agregát, který je poháněn asynchronním elektromotorem. Stlačená kapalina je přiváděna do řídicího servoventilu, který je schopen reagovat v tisícinách sekundy. Tyto dynamometry umožňují nastavení různých druhů zatěžovacích cyklů (sinusový, čtvercový, stupňovitý) a režimů. Mohou tak sloužit pro měření charakteristik tlumení, nebo je

možnost použít dynamometr pro testování životnosti tlumičů. Nevýhodou těchto zařízení jsou jejich vysoké pořizovací náklady. [5]



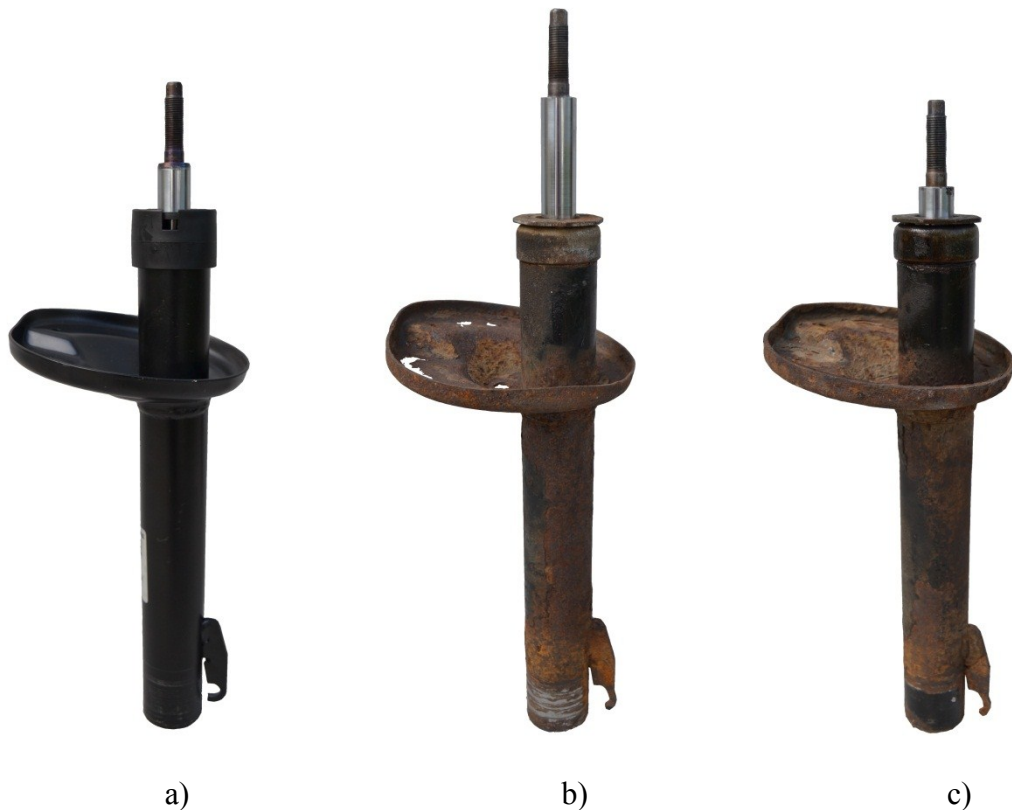
Obrázek 11 - Hydraulický dynamometr

## 2.3. Příprava experimentu

### 2.3.1. Testované tlumiče

V rámci příprav experimentu bylo nutné připravit tlumiče, které se budou na dynamickém stavu testovat. Pro experiment byly zvoleny hydraulické dvouplášťové tlumiče pérování určené pro vozidlo Škoda Favorit pro přední nápravu. Jedná se o tři tlumiče, přičemž každý se lišil svým stavem. Byly zvoleny dva stavy, u kterých se dá předpokládat, že budou vykazovat snížený tlumící účinek, tedy o tlumič s kilometrovým náběhem vyšším než 100 000 km a tlumič s únikem oleje. Pro porovnání bylo vhodné též změřit tlumič, který bude v bezvadném stavu, tzn. tlumič nový. Nový tlumič (dále jen tlumič č. 1) byl vyroben firmou ATESO a má nulový kilometrový náběh. Druhý tlumič (dále jen tlumič č. 2) pochází z vozidla, které s tlumičem urazilo vzdálenost přes 100 000 km. V horní části kolem těsnění ani na plášti tlumiče nejsou žádné stopy od tlumící kapaliny pocházející z tlumiče. Pouze na

pláští je patrná výrazná koroze a na misce pro uložení pružiny došlo vlivem koroze ke ztrátě materiálu. Třetí tlumič (dále jen tlumič č. 3) je stejný jako tlumič č. 2, to znamená, že absolvoval stejný počet ujetých kilometrů a také vykazoval stejný stupeň koroze, jen s tím rozdílem, že zde byl nasimulován únik oleje. Z tlumiče se podařilo odpustit část oleje a narušit horní těsnění tlumiče tak, že při zdvizích tlumiče docházelo k úniku oleje, který byl patrný na pístnici tlumiče.



**Obrázek 12** - Testované tlumiče:

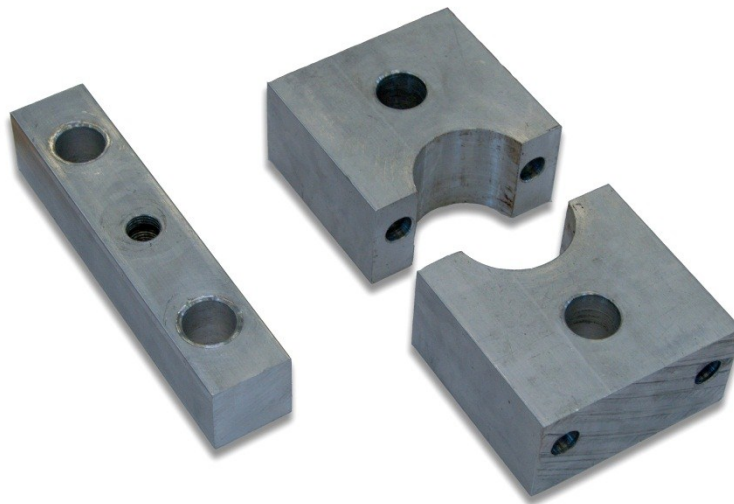
a) tlumič č. 1    b) tlumič č. 2    c) tlumič č. 3

### 2.3.2. Přípravek k uchycení tlumiče v dynamickém stavu

K realizaci měření, bylo potřeba navrhnout přípravek, který bude sloužit pro uložení tlumiče v dynamickém zkušebním stavu. Přípravek můžeme rozdělit na dvě hlavní části. Tou první je svěrný spoj, který je tvořen dvěma díly, sloužící k upevnění spodní části tlumiče. Aby nemuselo dojít k destruktivnímu zásahu do tlumiče odříznutím výstupku, který zabraňuje protáčení tlumiče v těhlici, je svěrný spoj navržen podobně, jako je právě uložení dolní části tlumiče na automobilu, tzn. v těhlici se šroubem procházejícím okem ve výstupku. Svěrný spoj je vyroben ze dvou hliníkových polotovarů. V každém z těchto dvou polotovarů jsou



v pravé rovině vyvrtány dva otvory pro závitové tyče sloužící k vytvoření svěrného spoje, v horní rovině je vytvořen otvor sloužící pro uchycení dolního válcového konce tlumiče a jeden otvor pro šroub, který spojuje přípravek s nosičem, jež je součástí dynamického stavu. Horní díl je vyroben opět z hliníkového polotovaru, do kterého jsou vyvrtány tři otvory. Dva otvory slouží k uchycení přípravku ke zkušebnímu stavu a jeden otvor uprostřed tvoří závitovou díru pro zašroubování horního závitového konce tlumiče. Výrobní výkresy obou přípravků použitých při měření se nacházejí v příloze této práce.



**Obrázek 13** - Přípravky k uchycení tlumiče

## 2.4. Průběh měření

Měření jsem realizoval na zkušebním stavu, kterým disponuje Výukové a výzkumné centrum v dopravě (VVCD) Dopravní fakulty Jana Pernera. Jedná se o elektrohydraulický dynamický zkušební stav od výrobce Inova Praha. Pohon je zajištěn přímočarým hydromotorem určeným pro kvazistatické a dynamické zatěžování. Hydromotor je tvořen válcem, uvnitř kterého se nachází průběžná pístnice, ve které je vestavěn indukční snímač polohy. Snímání velikosti působící síly je realizováno siloměrem GTM Series K, který se nachází v horní části dynamického stavu. Snímač používá rotačně symetrické tenzometrické snímače.

Nejprve bylo potřeba zjistit přibližný střed zdvihu pístnice, od kterého se bude odvíjet amplituda roztahování a stlačování pístnice tlumiče. Jako další bylo nutné zvolit frekvenci zatěžování tlumiče a amplitudu zdvihu. Pro zjištění frekvence a amplitudy, podle které budou tlumiče zatěžovány, jsem použil informace od výrobce vozidel Škoda Favorit. Ten uvádí

údaje o otáčkách a rychlosti, při kterých byly tlumiče pérování měřeny a při kterých se zjišťovaly hodnoty tlumící síly tlumičů v bezvadném stavu.

Výpočet frekvence:

$$f = \frac{n}{60}$$

Výpočet amplitudy výchylky:

$$x = A \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$\dot{x} = \omega \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

v čase  $t = 0$  platí:

$$\dot{x} = \omega \cdot A$$

$$A = \frac{\dot{x}}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

**Tabulka 1** - Vstupní hodnoty pro měření

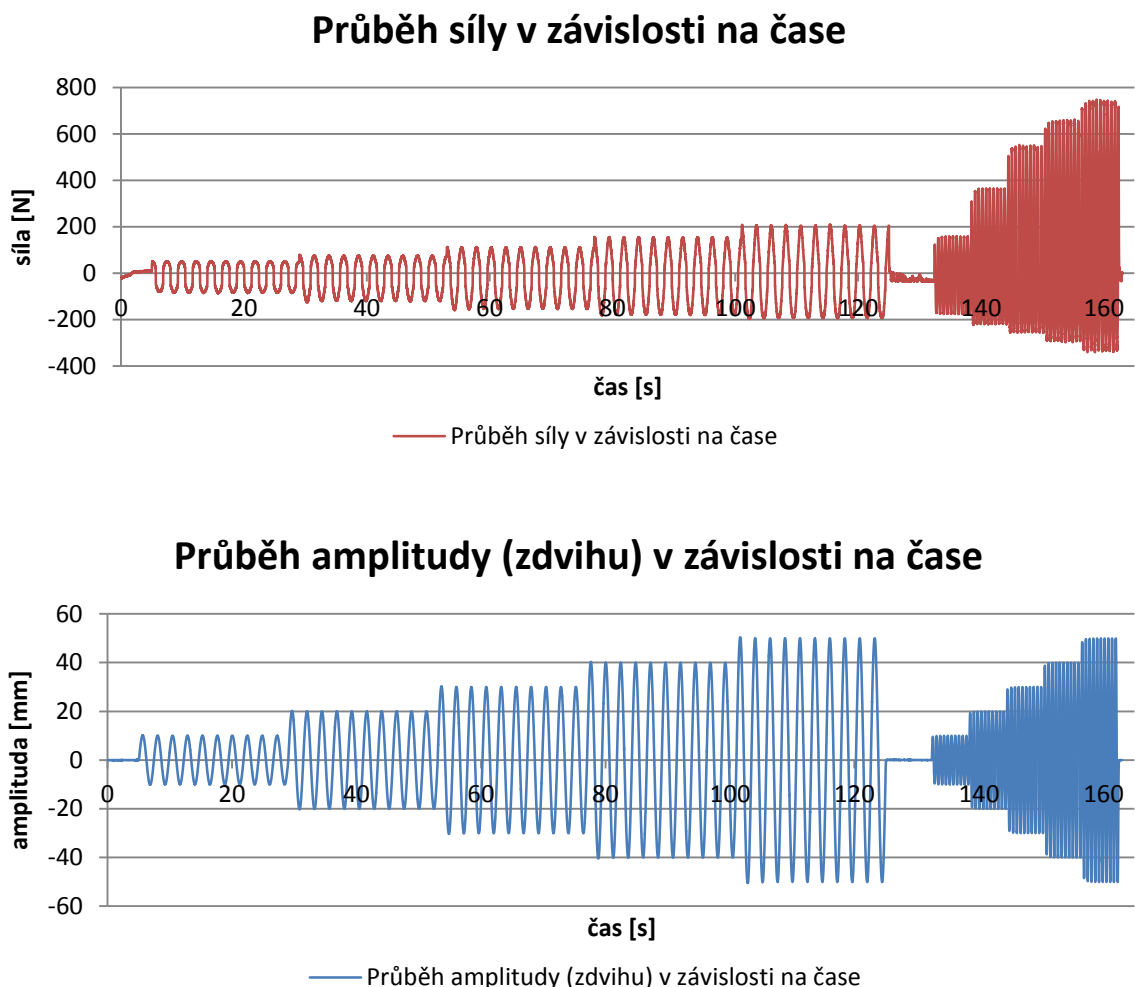
	Otáčky $n [1/min]$	Rychlost $\dot{x} [m/s]$	Frekvence $f [Hz]$	Amplituda $A [mm]$
frekvence č. 1	25	0,131	0,41667	50,04
frekvence č. 2	100	0,524	1,66667	50,04

Další postup byl takový, že došlo k umístění a upnutí testovaného tlumiče do přípravků umístěných v dynamickém zkušebním stavu. Zvolila se testovací sekvence, využitá pro zatěžování tlumiče. Testovací sekvence se skládala ze dvou frekvencí vyplívající z 25 otáček za minutu (frekvence č. 1) a poté ze 100 otáček za minutu (frekvence č. 2). Každá sekvence sestávala z deseti zdvihů pro každou amplitudu od 10 milimetrů do 50 milimetrů, tzn. padesát zdvihů pro každou frekvenci. Aby se tlumiče zahřály přibližně na stejnou teplotu olejové náplně, před zaznamenáním hodnot, které budou následně sloužit pro vyhodnocení, se provedly celkem tři zatěžovací sekvence. Po zahřátí tlumičů už následovalo vlastní měření, při kterém bylo spuštěno nahrávání záznamu měřených dat, ze kterých se vycházelo při vyhodnocování. Při měření se zaznamenávaly tři veličiny a to čas  $t$ , amplituda  $A$  (zdvih) a síla  $F$ .

### 3. VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT

Výstupem z měření byl datový soubor, který bylo potřeba zpracovat, abych získal požadované charakteristiky, tj. charakteristiky základní (rychlostní) a zdvihové. Pro zpracování jsem použil program Microsoft Excel 2010. Načtením dat do tohoto programu jsem získal tři sloupce naměřených veličin. Z těchto tří veličin (čas, amplituda, síla) bylo možné sestavit grafy, které zobrazují průběh měření (**Graf 1**).

**Graf 1** - Vstupní data



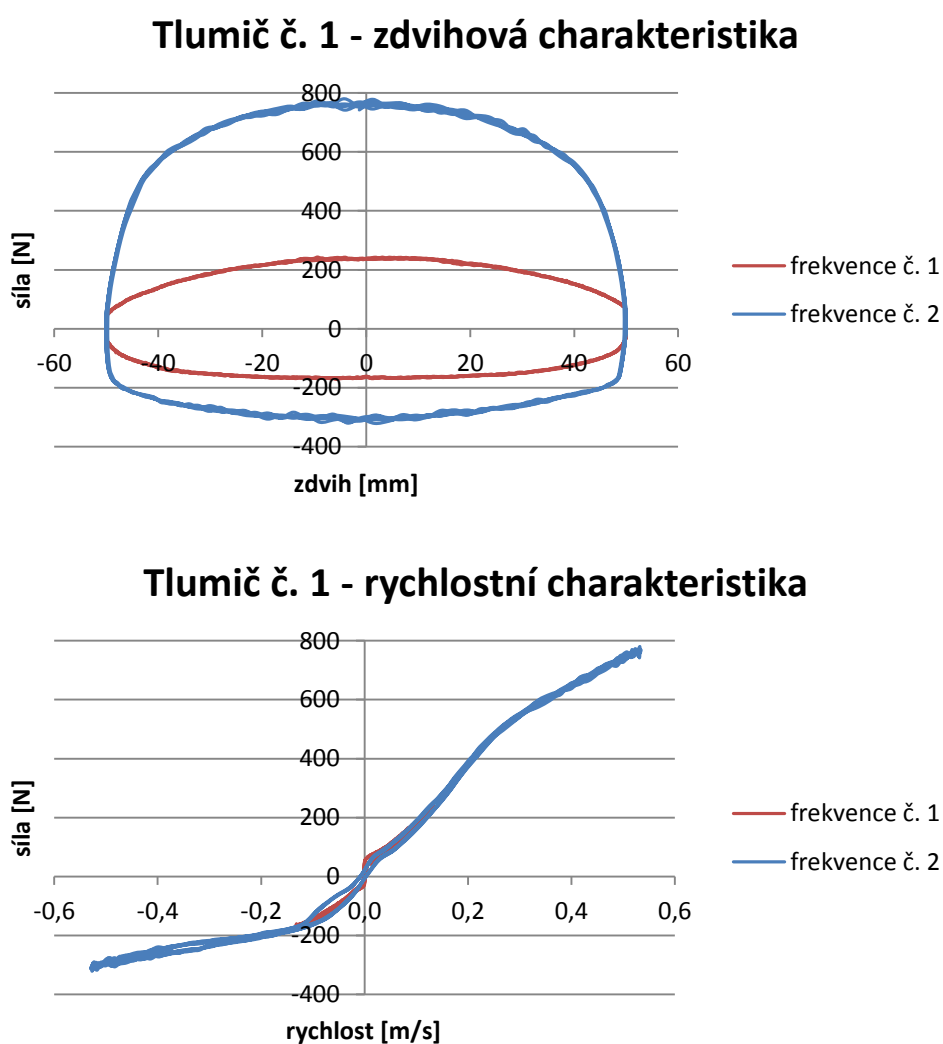
Pro sestavení a vyhodnocení charakteristik jsem použil hodnot síly naměřených při amplitudě 50 mm. K získání hodnot rychlosti pro sestavení rychlostní charakteristiky se rychlost vypočítala z časové derivace dráhy, v tomto případě amplitudy. Protože se amplituda po deseti zdvihích skokově změnila na hodnotu o 10 mm větší, pro vyhodnocení jsem využil jen osmi zdvihů, aby nedošlo ke zkreslení hodnot. Ve všech grafech odpovídají kladné hodnoty síly roztahování tlumiče a záporné hodnoty stlačování tlumiče pérování. V každém

grafu jsou jak pro zdvihovou tak rychlostní charakteristiku uvedeny průběhy změřené při dvou různých frekvencích (viz. **Tabulka 1**).

### 3.1. Tlumič č. 1

Jak již bylo zmíněno, jedná se o nový tlumič s nulovým kilometrovým náběhem. Zpracováním dat byly vytvořeny následující grafy zdvihové a rychlostní charakteristiky tlumiče pérování.

**Graf 2** - Tlumič č. 1 - tlumící charakteristiky



Nový tlumič pérování dosahuje při zatěžování frekvencí č. 1 maximální hodnoty tlumící síly při roztahování 240 N, při stlačování 170 N a při frekvenci č. 2 jsou hodnoty tlumící síly pro roztahování 780 N a pro stlačování 320 N. Hodnoty tlumící síly, které udává výrobce

vozidla, pro tlumiče dodávaných do vozidel Škoda Favorit v bezvadném stavu jsou uvedeny v tabulce č. 2.

**Tabulka 2** - Údaje o tlumičích pérování

Otáčky (1/min)	Rychlost (m/s)	Přední tlumič Tlak/Tah (N)
25	0,131	120 ± 40/250 ± 50
100	0,524	300 ± 50/780 ± 90

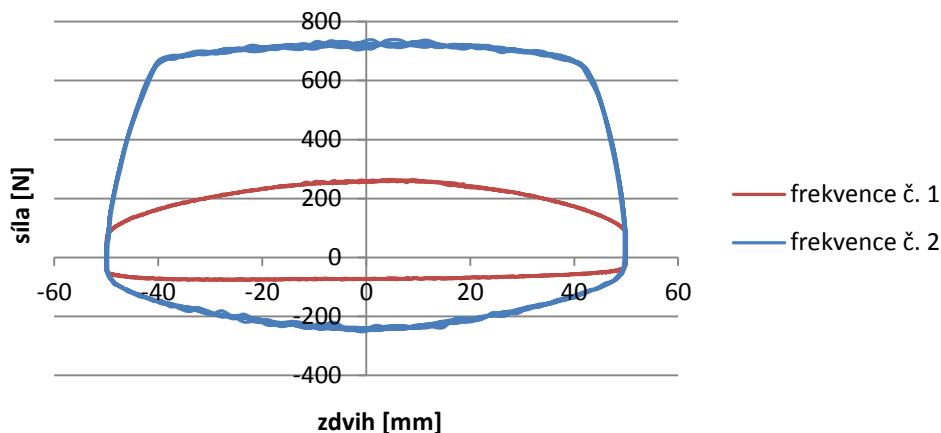
Porovnáním naměřených hodnot s hodnotami předepsanými výrobcem se dá říci, že zkoušený tlumič je v pořádku. Ze zdvihové a rychlostní charakteristiky je vidět, že tlumič pérování má skutečně nesymetrický průběh tlumicí síly pro roztahování a stlačování tlumiče a také, že rychlostní charakteristika tlumiče je lomená a má degresivní charakter. „Počáteční poměrně rychlý nárůst tlumicí síly s rychlostí pístnice je po dosažení určité rychlosti vystřídán pozvolnějším nárůstem tlumicí síly. Důvodem je snaha snížit zrychlení odpérováných hmot při vyšších budících frekvencích.“ [11 s. 12]

### 3.2. Tlumič č. 2

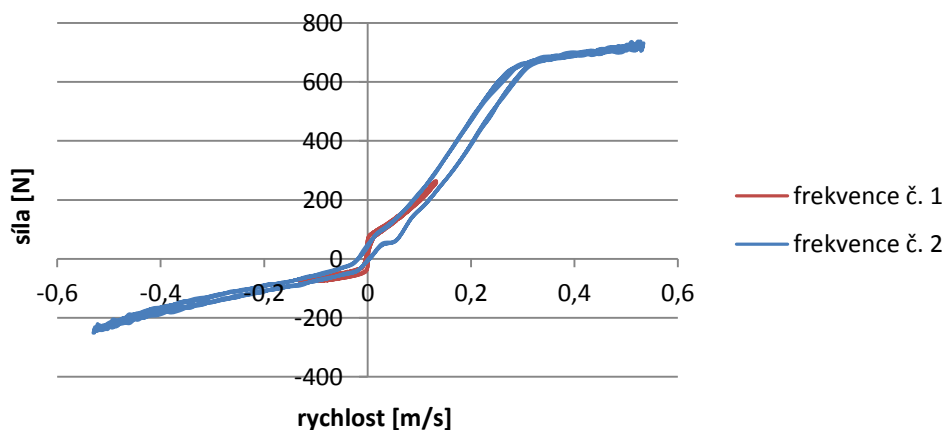
Tento tlumič pérování byl na vozidle od výroby vozidla. Vůz sjel z výrobní linky v roce 1995 a tlumič z vozidla byl demontován v roce 2014. Jedná se tedy o tlumič, který byl v provozu 19 roků a se kterým byla uražena vzdálenost přes 100 000 km. Podle těchto informací a vizuálního stavu se dá očekávat jistý pokles tlumicí síly tlumiče.

Graf 3 - Tlumič č. 2 - tlumící charakteristiky

### Tlumič č. 2 - zdvihová charakteristika



### Tlumič č. 2 - rychlostní charakteristika



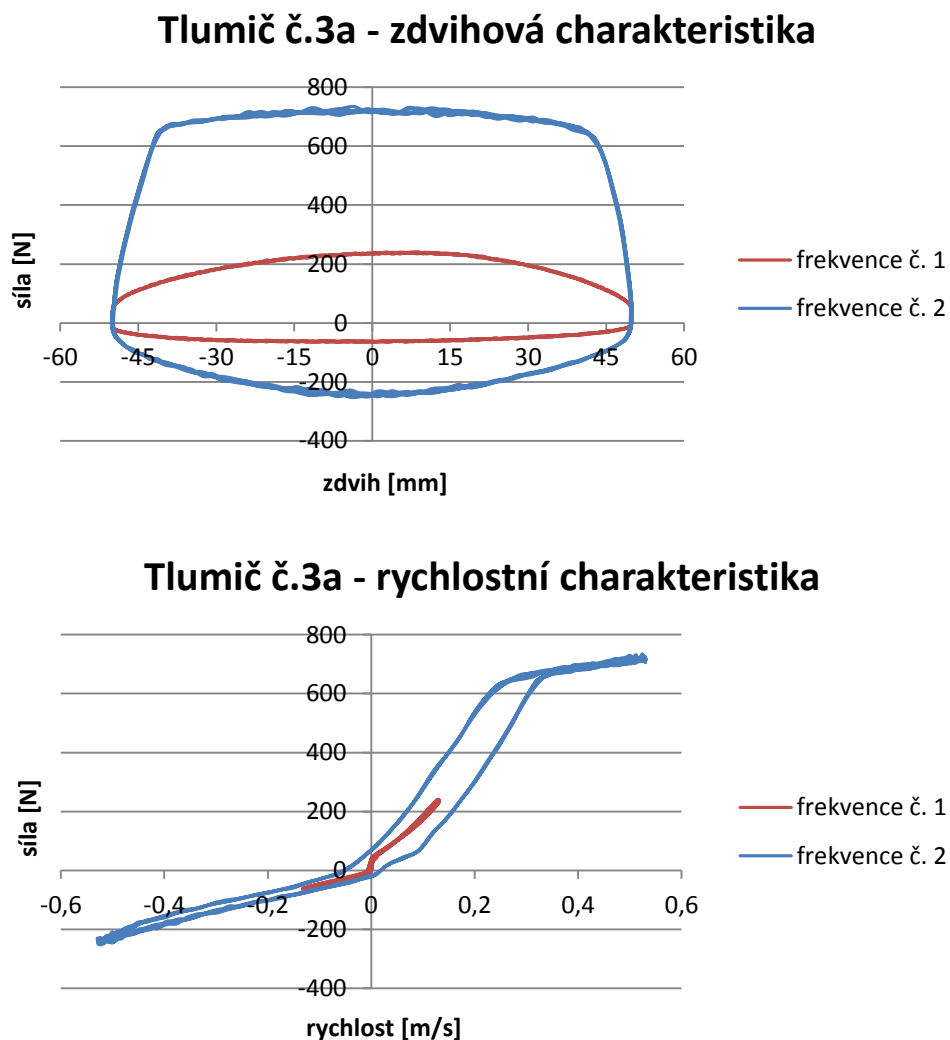
Z grafů je patrná určitá změna oproti tlumiči č. 1 jak ve zdvihové tak rychlostní charakteristice. Rozdíl je v hodnotách maximální tlumící síly a také ve tvaru charakteristiky. Tvar zdvihové charakteristiky ve vyšší frekvenci už není tak oválný jako v předchozím případě. Rychlostní charakteristika je oproti předchozímu mnohem více lomená a nárůst síly je rychlejší. Dále se zde objevuje při vyšší frekvenci hysterese tlumící síly. Tato hysterese se objevuje v úvratích, kdy je rychlost nulová a je způsobena pružnými členy a setrvačnými hmotami. Porovnáním naměřených hodnot s hodnotami tlumiče č. 1, který se dá označit za jistý etalon, je výrazný pokles tlumící síly při stlačování tlumiče. Velikost tlumící síly při stlačování se nachází už mimo rozsah tolerance předepsané výrobcem a je tedy vhodné provést výměnu těchto tlumičů na vozidle za tlumiče nové. Snížení silového účinku při stlačování tlumiče může být způsoben netěsností tažného ventilu (ventil pod pístem) z důvodu jeho poškození nebo nečistotami v olejové náplni. [10]

### 3.3. Tlumič č. 3

Třetí testovaný tlumič je tlumič s nasimulovaným únikem oleje. V rámci toho vznikly dvě měření s různým poklesem množství oleje v tlumiči. Nejprve se měřilo s tlumičem, ze kterého jsem vypustil přibližně 60 mililitrů oleje (tlumič č. 3a). Po změření tohoto tlumiče jsem znovu odpustil dalších 60 ml oleje (tlumič č. 3b), tzn., že množství oleje v tlumiči bylo přibližně o 120 ml menší, než kolik oleje se nacházelo v tlumiči č. 2. Výrobce tlumičů uvádí, že objem tlumičového oleje u nového předního tlumiče je 190 až 195 mililitrů.

#### 3.3.1. Tlumič č. 3a

**Graf 4** - Tlumič č. 3a - tlumicí charakteristiky

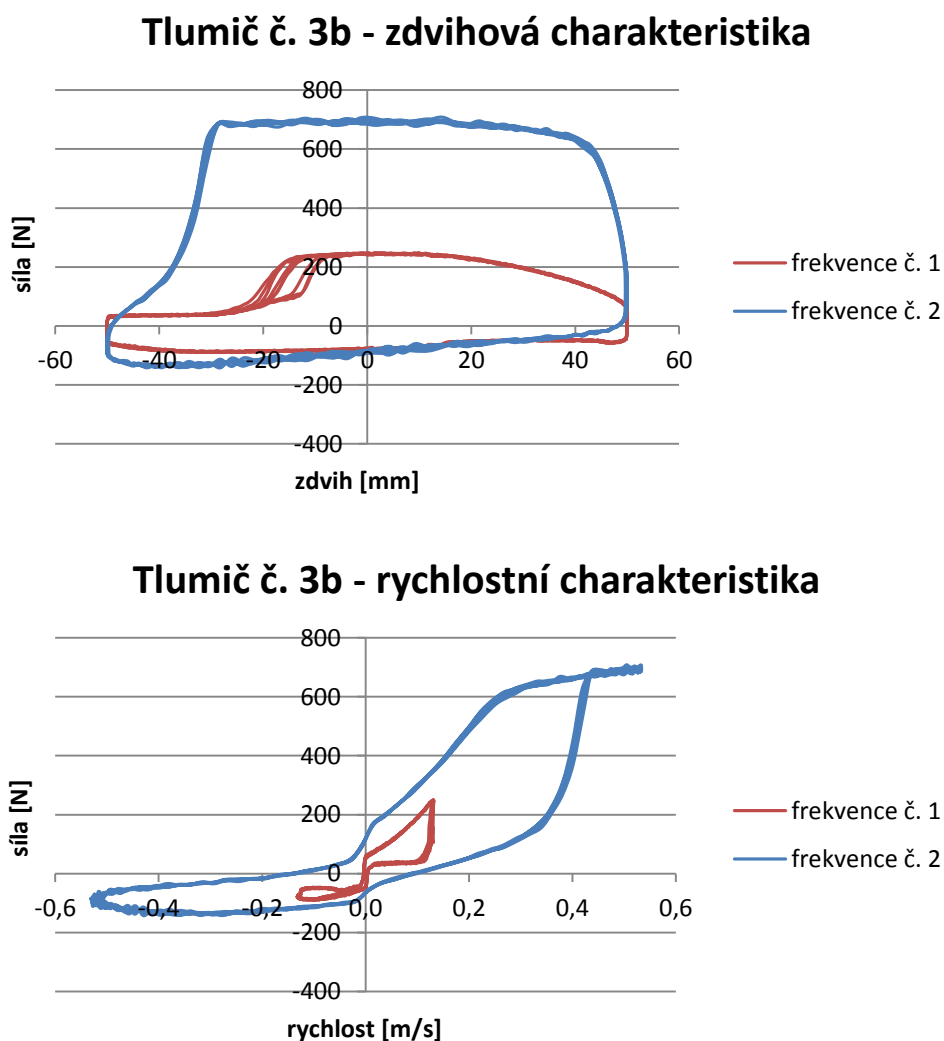


Oproti tlumiči č. 2 je u zdvihové charakteristiky větší rozdíl v tlumicí síle jen u zatěžování nízkou frekvencí, kde rozdíl u roztahování tlumiče činí 20 N a při stlačování 10 N.

Při zatěžování frekvencí č. 2 je zdvihová charakteristika tlumiče č. 3a prakticky totožná se zdvihovou charakteristikou tlumiče č. 2. Větší rozdíl je v rychlostní charakteristice, kde je při vyšší frekvenci větší hystereze. Srovnání těchto dvou charakteristik je znázorněno v grafu č. 8 v kapitole 3.5.

### 3.3.2. Tlumič č. 3b

**Graf 5** - Tlumič č. 3b - tlumicí charakteristiky



Tlumič, ze kterého bylo vypuštěno přibližně 120 ml olejové náplně, se svými charakteristikami od ostatních odlišuje na první pohled. Na zdvihové charakteristice je výrazný silový pokles na začátku tažného zdvihu a mírný pokles v celém zdvihu při stlačování tlumiče. To je způsobené z důvodu malého množství oleje. Tím dochází k zavzdušnění prostoru pod pístem přísátím vzduchu z vyrovnávacího prostoru tlumiče přes vyrovnávací ventil. Pokles tlumicí síly na začátku tažného zdvihu se také projevuje

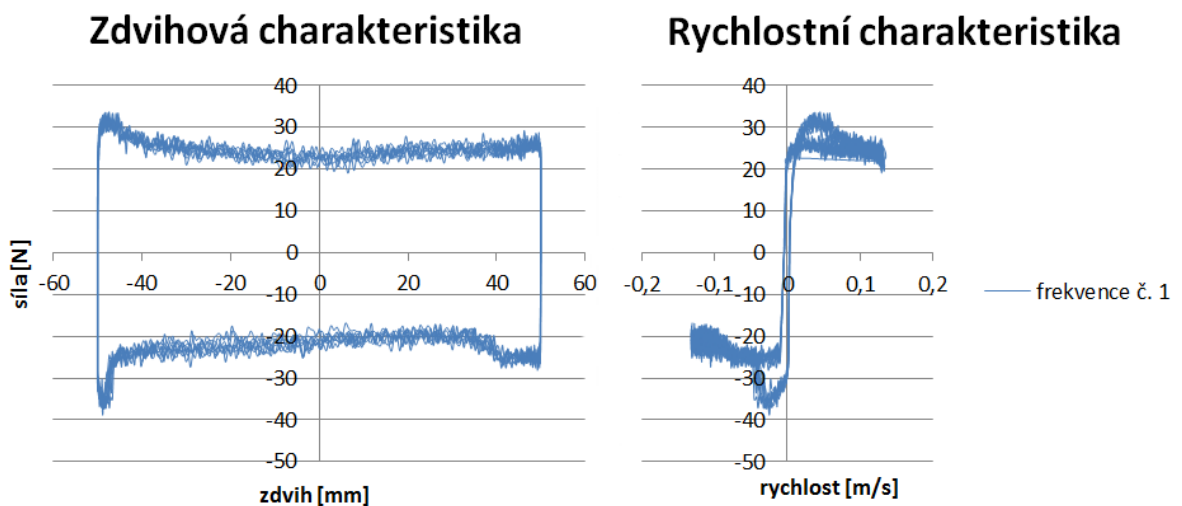


v rychlostní charakteristice kde je vidět velká hystereze. Proti tlumiči v bezvadném stavu je tlumící síla při vyšší frekvenci při roztahování o 70 N menší a při stlačování o 180 N menší.

### 3.4. Tlumič bez olejové náplně

Pro zajímavost se po změření tlumiče č. 3 z tlumiče vypustil veškerý olej a provedl se stejný zatěžovací cyklus jako v předchozích případech. V průběhu měření bylo patrné, že tlumič ztratil svoji tlumící schopnost. Maximální hodnota tlumící síly jak pro roztahování tak stlačování tlumiče se pohybovala okolo 25 N. Tato hodnota byla po celou dobu zatěžování takřka neměnná. Na rychlostní charakteristice je vidět, že tato síla není závislá na rychlosti a tedy ani na čase. Hodnota 25 N odpovídá síle, která klade pohybu tlumiče jistý odpor a není-li tato síla závislá na čase, jedná se o sílu vzniklou třením pístu uvnitř tlumiče pérování.

**Graf 6** - Tlumič bez olejové náplně – tlumící charakteristiky

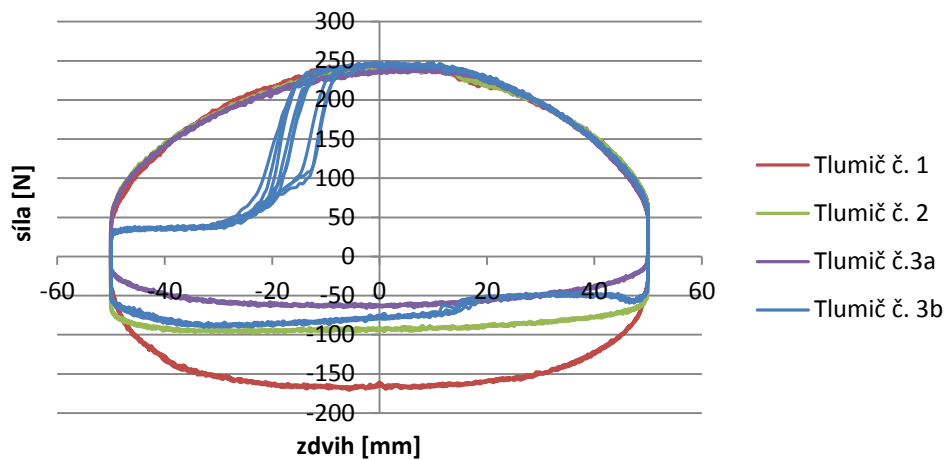


### 3.5. Porovnání charakteristik

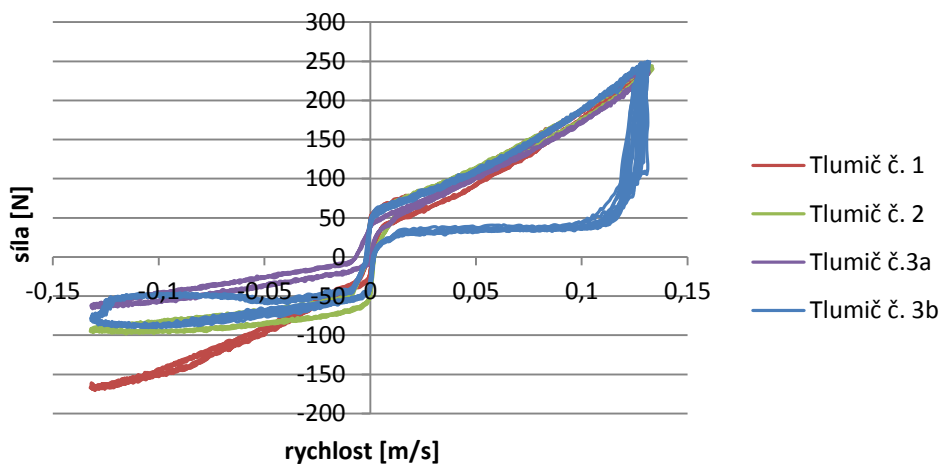
V této kapitole jsou znázorněny zdvihové a rychlostní charakteristiky z předchozích měření kromě tlumiče bez olejové náplně. V grafech je lépe vidět vzájemné srovnání jednotlivých stavů testovaných tlumičů. Charakteristiky jsou rozděleny podle jednotlivých zatěžovacích frekvencí. Při nízké frekvenci došlo především ke snížení tlumící síly během stlačování tlumiče, zatímco při roztahování je hodnota tlumící síly prakticky totožná. U vyšší frekvence zatěžování se snížila tlumící síla v obou případech, jak při roztahování tak i stlačování.

Graf 7 - Porovnání charakteristik - frekvence č. 1

### Zdvihová charakteristika - frekvence č. 1

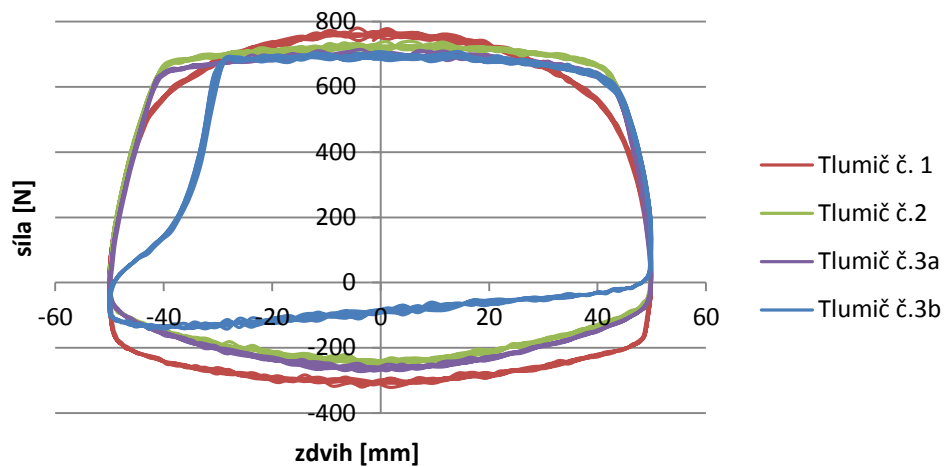


### Rychlostní charakteristika - frekvence č. 1

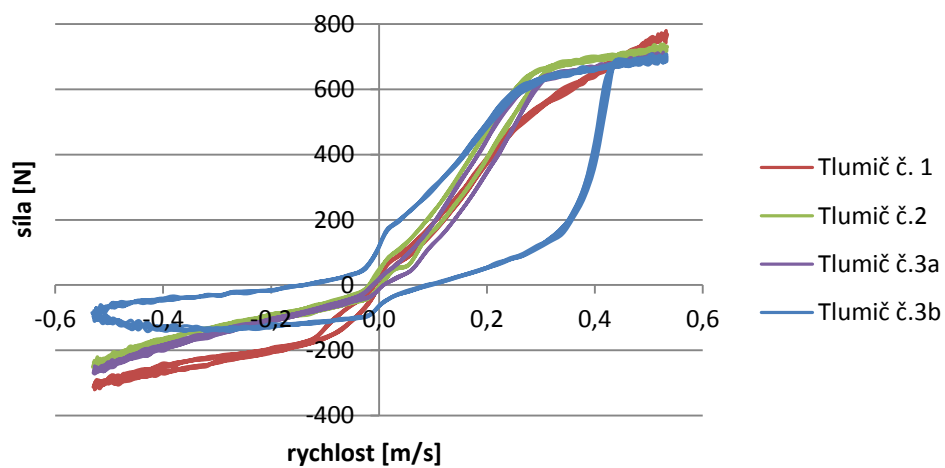


Graf 8 - Porovnání charakteristik - frekvence č. 2

### Zdvihová charakteristika - frekvence č. 2



### Rychlostní charakteristika - frekvence č. 2



## 4. ZÁVĚR

Tlumiče pérování mají výrazný vliv na bezpečnost jízdy a pohodlí posádky vozidla. Z tohoto důvodu je potřeba tuto důležitou součást automobilu udržovat v takové kondici, aby vlivem špatného technického stavu nedošlo k nebezpečným situacím při jízdě vozidla, která by mohla mít fatální následky jak pro posádku vozidla tak i okolí.

Cílem této práce bylo experimentální zjišťování charakteristik poškozeného tlumiče pérování a jeho porovnání s tlumičem v bezvadném stavu. Z naměřených charakteristik jednotlivých stavů tlumičů testovaných v rámci této práce jsou viditelné rozdíly v tlumení. Z tohoto důvodu je potřeba, pokud dojde ke zjištění, že tlumič pérování už nevyhovuje výrobcem udávané toleranci tlumící síly, nebo že charakteristika neodpovídá svým tvarem, je potřeba co nejdříve provést výměnu tlumičů. I když některé tlumiče měly při určité frekvenci pokles tlumící síly jen při stlačování, je potřeba posuzovat hodnoty tlumící síly pro oba směry zatěžování a také zatěžovací frekvenci. Z měřených tlumičů by bylo nutné provést výměnu u všech zvolených stavů opotřebovaných tlumičů. Nesmí se ovšem zapomínat na to, že se tlumiče pérování vyměňují vždy v páru na stejné nápravě.

V současné době, kdy se velmi dbá na bezpečnost v silničním provozu a v automobilovém průmyslu se vydávají nemalé částky právě na vývoj a výzkum nových systémů a konstrukcí zlepšujících aktivní a pasivní bezpečnost automobilů, by se nemělo zapomínat právě na technický stav součástky, která zaručuje, že má kolo správný kontakt s vozovkou. Tak může dojít ke správnému přenášení sil důležitých jak pro jízdu vozidla tak pro dobrou manévrovatelnost, která může v krizové situaci umožnit řidiči, například i s podporou některého z asistenčních systémů, zabránit tomu nejhoršímu, nehodě.

## 5. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel: výkon vozidla, brzdné vlastnosti, převodová ústrojí, řízení, geometrie kol, tlumiče a pružiny, říditelnost a ovladatelnost, životnostní zkoušky, motor, zapalování, elektronické systémy*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2001, 576 s. ISBN 80-238-6573-0.
- [2] PRAŽÁK, František. *Tlumič odpružení jako prvek ovlivňující jízdní vlastnosti automobilu* [online]. [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: [http://dl.uk.fme.vutbr.cz/zobraz\\_soubor.php?id=57](http://dl.uk.fme.vutbr.cz/zobraz_soubor.php?id=57). Pojednání ke státní doktorské zkoušce.
- [3] VLK, František. *Podvozky motorových vozidel: pneumatiky a kola, zavěšení kol, nápravy, odpružení, řídicí ústrojí, brzdové systémy*. 3. přeprac., rozš., aktualiz. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2006, 464 s. ISBN 80-239-6464-X.
- [4] GÜTTLER, Rostislav. *Rozbor metod diagnostiky tlumičů pérování* [online]. Univerzita Pardubice, 2011 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: [http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/39750/1/GuttlerR\\_RozborMetod\\_PJ\\_2011.pdf](http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/39750/1/GuttlerR_RozborMetod_PJ_2011.pdf). Bakalářská práce.
- [5] ČAJKA, Lukáš. *Měření charakteristik tlumičů* [online]. VUT Brno, 2008 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=5989](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=5989). Bakalářská práce.
- [6] LÁNÍK, Ondřej. CDC: aktivní tlumiče letos našly cestu do běžných aut!. *Auto.cz* [online]. [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/cdc-aktivni-tlumice-letos-nasly-cestu-do-beznych-aut-16717>
- [7] ROZENBERG, Jaromír. Magnetoreologický tlumič – novinka v dopravních systémech. *Autopriemysel.sk* [online]. [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: [http://www.autopriemysel.sk/index.php?option=com\\_content&task=view&id=5919&Itemid=118](http://www.autopriemysel.sk/index.php?option=com_content&task=view&id=5919&Itemid=118)
- [8] Bose Suspension System: The System. *Bose.com* [online]. [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: [http://www.bose.com/controller?url=/automotive/bose\\_suspension/the\\_system.jsp](http://www.bose.com/controller?url=/automotive/bose_suspension/the_system.jsp)
- [9] HOWARD, Bill. Bose's amazing active suspension uses speaker technology. *Extremetech.com* [online]. [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.extremetech.com/extreme/97177-bose-active-suspension-moves-toward-market>
- [10] ŠINDELÁŘ, Martin. *Sledování technického stavu závěsu kola vozidla* [online]. VUT Brno, 2008 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: [http://dl.uk.fme.vutbr.cz/zobraz\\_soubor.php?id=767](http://dl.uk.fme.vutbr.cz/zobraz_soubor.php?id=767). Disertační práce.

- [11] KOVANDA, Jan, Ivo RESL a Jiří SOCHA. *Konstrukce automobilů: pérování vozidel*. Vyd. 1. Praha: ČVUT, Strojní fakulta, 1997, 120 s. ISBN 80-010-1624-2.

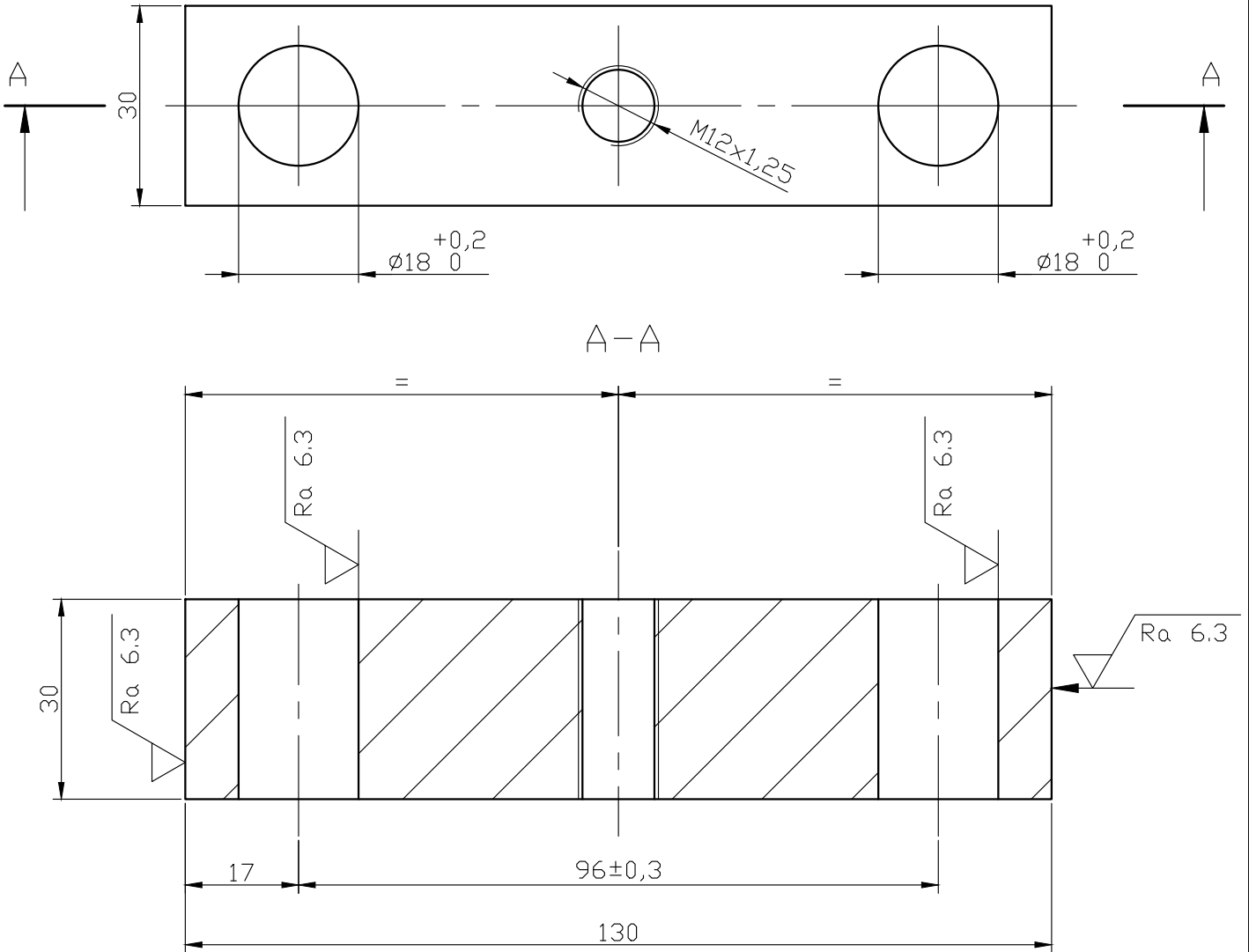
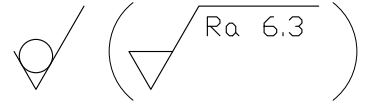
## **6. PŘÍLOHY**

Příloha 1 - Přípravek – dolní díl

Příloha 2 - Přípravek – horní díl







MATERIÁL: ČSN EN 573-3							
POLOTOVAR: HR 30-130 ČSN EN 755 -1,2,5							
PROMĚTÁNÍ:  [ISO E]							
TOLEROVÁNÍ ISO 8015: ANO							
PŘESNOST ČSN ISO 2768: m K			INDEX		ZMĚNA	DATUM	PODPIS
Podpis	Datum		Podpis	Datum			MĚŘÍTKO
NAVRHL	VOJTĚCH KRUPAŘ	3.4.2015	STATIK			HMOTNOST	1 : 1
KRESLIL	VOJTĚCH KRUPAŘ	3.4.2015	NORM. REF.			MIKROFILM	Č. SVITKU
SKUPINÁŘ			PŘEZK.			SESTAVA	KUSOVNÍK
TECHNOL.			SCHVÁLIL	JAKUB VÁGNER	14.4.2015	STARÝ V.	POČET KUSŮ: 1

**UPCE DFJP**

NÁZEV

PŘÍLOHA 2 - PŘÍPRAVEK - HORNÍ DÍL

ČÍSLO VÝKRESU

P2

TECHNOL. Č.

LISTŮ: 1

LIST: 1