

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

## Sledování technického stavu závěsu kola

Autor práce: Ing. Martin Šindelář

Vedoucí práce: Doc. Ing. Ivan Mazůrek, CSc.

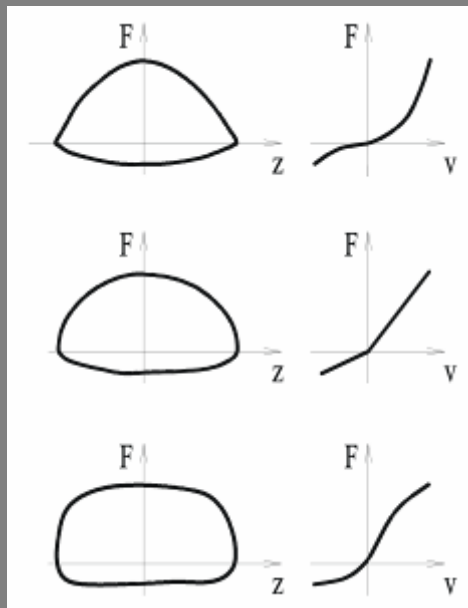
## ■ Cíle disertační práce

1. Sestavení a odladění měřícího řetězce testeru demontovaných tlumičů, volba vhodného programového prostředí pro vytvoření řídicí aplikace.
2. Optimalizace metodiky měření na testeru pro demontované tlumiče včetně vypracování metodiky vyhodnocování naměřených dat.
3. Experimentální ověření navržené metodiky testování demontovaných tlumičů.

# ■ Určující závěry z rešeršní studie

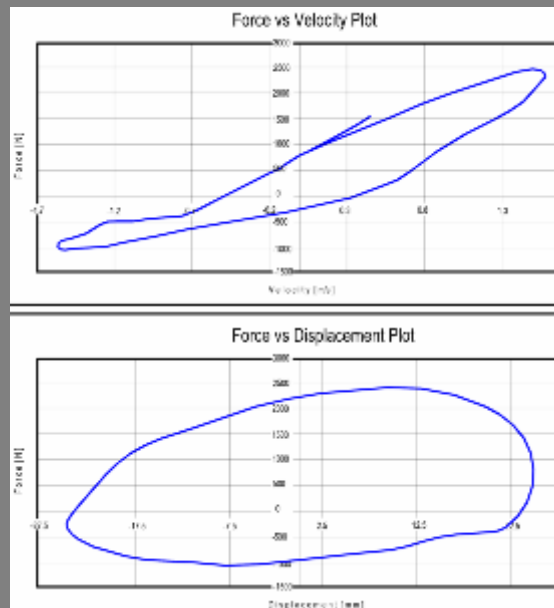
Metoda posuzování parametrů tlumičů odpružení – porovnání reálných a ideálních charakteristik

Ideální charakteristiky



$$F=f(v)$$

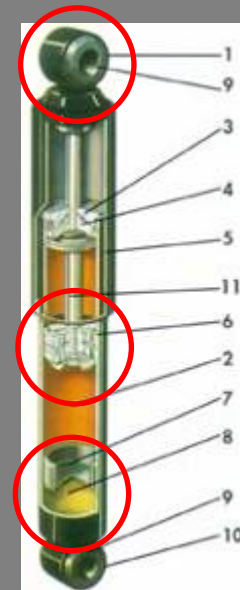
Reálné charakteristiky



$$.. ?$$

$$F=f(z,v,a,..)$$

Neuspokojivé výsledky metody



... nutné zpracovat do navrhované metodiky

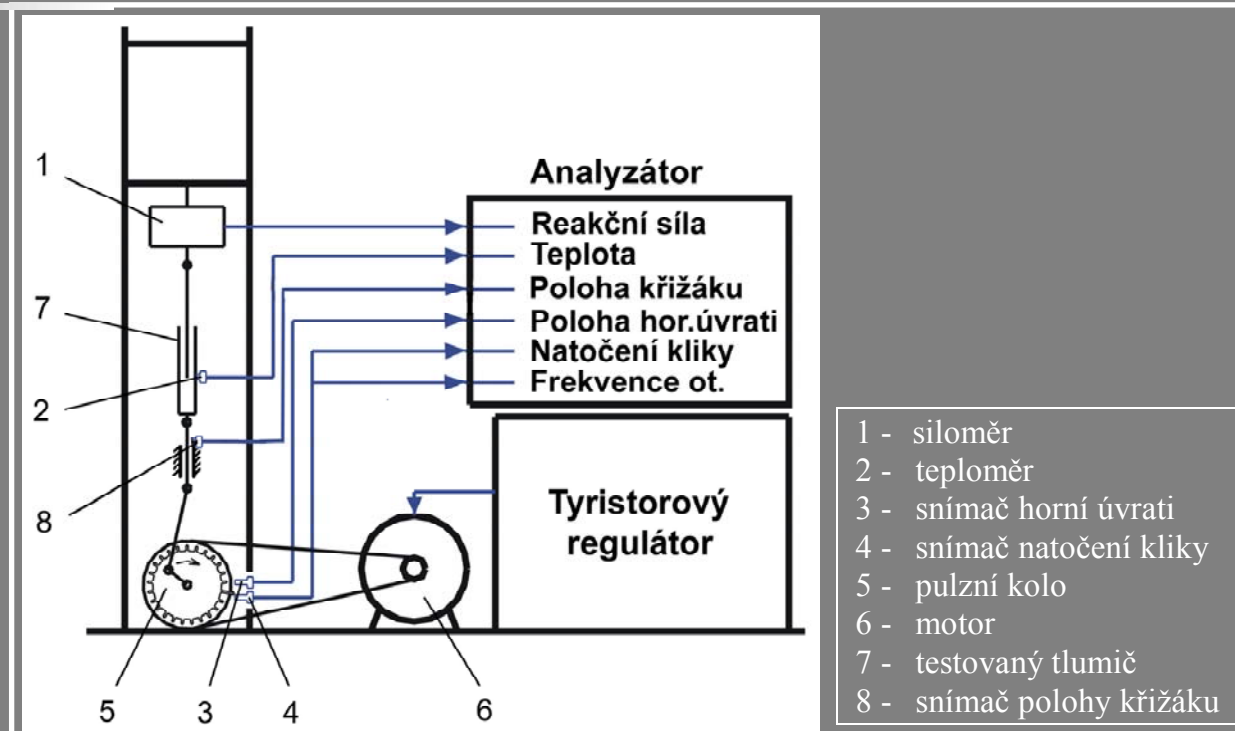
- **Realizace experimentálního pracoviště**
- **Tester Gillop 1.4 – mechanická konstrukce**

- projekt fondu FSI VUT
- dostatečná tuhost
- buzení – klikový mechanismus
- regulace zkušební frekvence
- 4 režimy nastavení excentricity (5, 12, 25, 45 mm)
- stavební výška – možnost testování do délky 1400 mm
- vysoká variabilita délkového rozsahu



# ■ Realizace experimentálního pracoviště

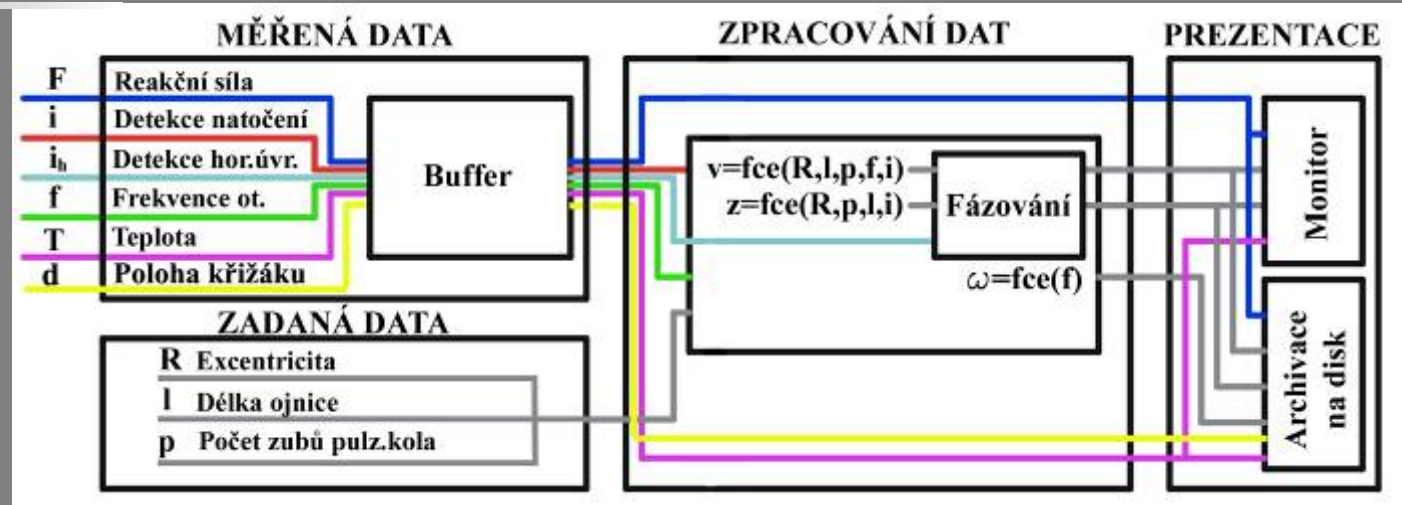
## ■ Tester Gillop 1.4 – měřící řetězec



- 6 snímaných kanálů
- 2 přístupy zisku kinematických veličin:
  - servisní
  - výzkumný

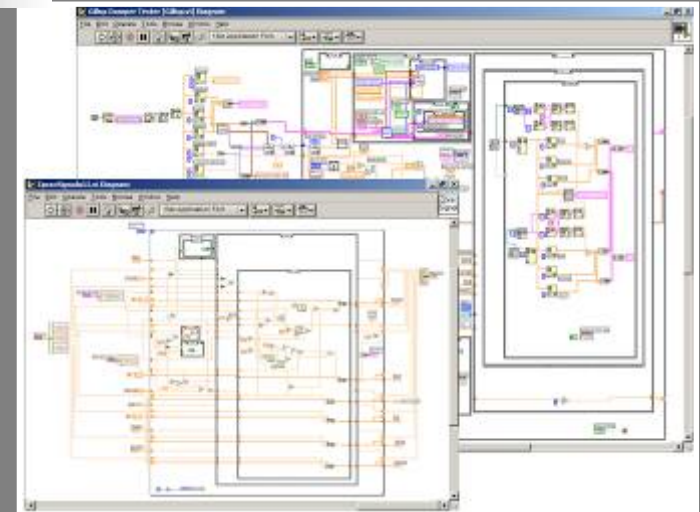
- Realizace experimentálního pracoviště
- Popis řídicího programu

Schéma programu



Forma zápisu

- Labview – G programovací jazyk
- vstup/zpracování/prezentace
- vyrovnávací paměť
- výpočtové jádro
- on-line prezentace
- archivace dat

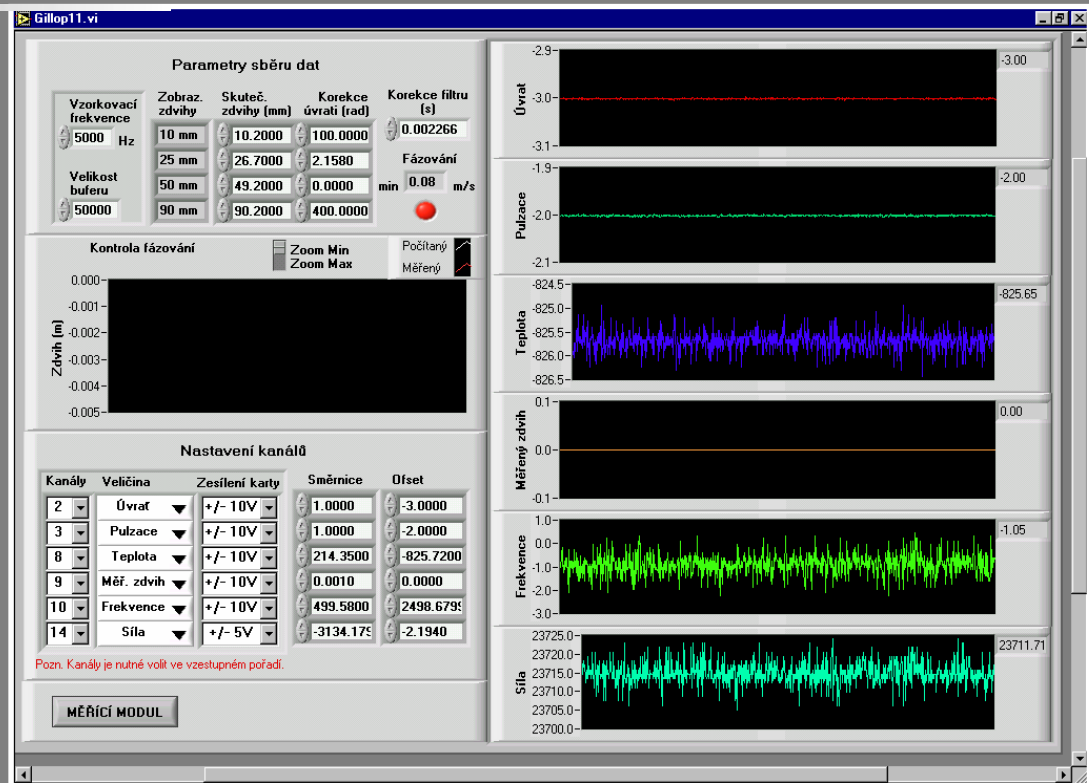


- Realizace experimentálního pracoviště
- Popis řídicího programu

## Uživatelské módy řídicího programu – 2 přepínatelná okna

### Servisní modul:

- nastavení parametrů sběru dat
- rozsah a kalibrace měřících kanálů
- on-line náhled měřících kanálů



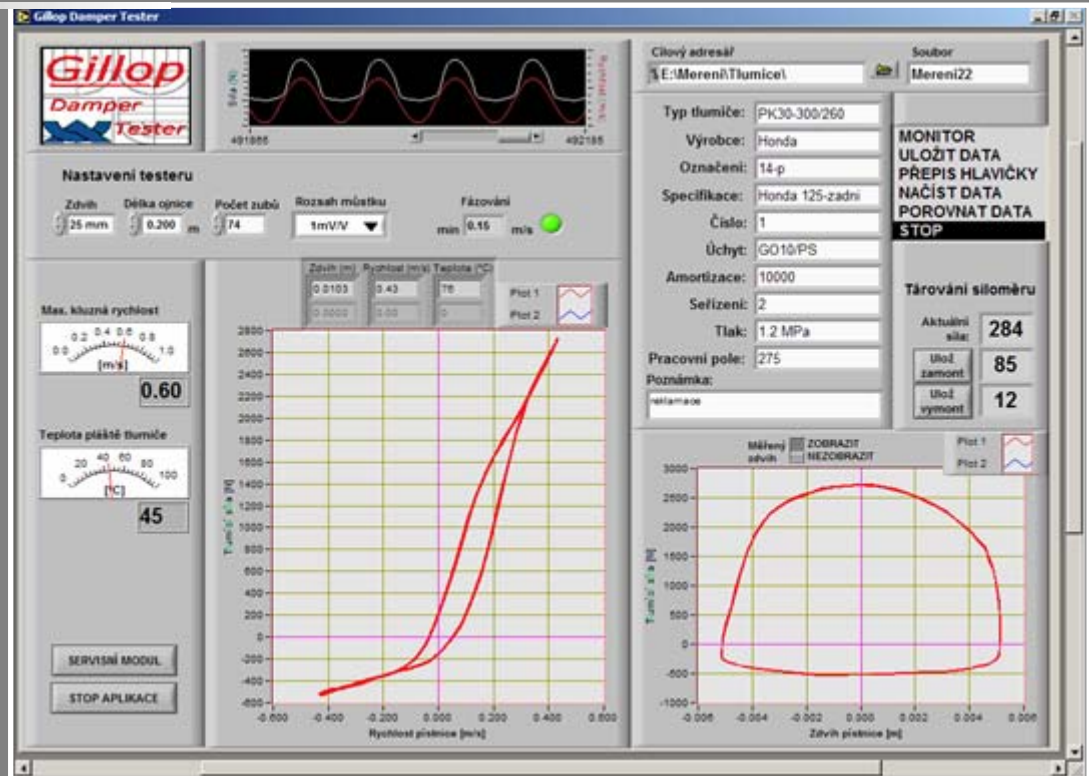
- Realizace experimentálního pracoviště
- Popis řídicího programu

## Uživatelské módy řídicího programu – 2 přepínatelná okna

### Měřící modul:

- on-line monitorování charakteristik
- teplota pláště tlumiče
- maximální kluzná rychlost
- indikace sfázování
- archivace ve formě text. souboru
- hlavička souboru – informace o měřeném vzorku a nastavených parametrech

Listov - [1: Měření tlumiče/Plastičák/2008/Plastičák2.gly]					
Soubor	[Úloha]	[Úloha]	[Úloha]	[Úloha]	[Úloha]
3-3-2008	18:150				
Typ tlumiče:	PK30-300/260				
Výrobce:	Honda				
Osazení:	Honda 125-zadni				
Specifikace:	Honda 125-zadni				
Číslo:	1				
Úchyt:	G010/PS				
Amortizace:	10000				
Seřízení:	2				
Tlak:	1.2 MPa				
Pracovní pole:	275				
Průběh:	sila-zámost-sila (72)				
Zdvih:	0.0103				
Délka ojnice:	0.200				
rk:	20				
#zř:	5000				
Držák:	1M/8				
Síla zámost:	200.97				
Síla symet:	206.52				
250.185803	0.016697	0.005118	29.451448	30.872276	
211.100113	0.006290	0.005148	29.503853	35.109308	
100.050701	-0.000368	0.005142	29.498294	35.003105	
100.004260	-0.020042	0.005180	29.412622	34.907691	
32.740365	-0.020740	0.005027	29.567965	34.907691	
0.209718	-0.045304	0.004989	29.477360	34.800402	
-3.150476	-0.057389	0.004911	29.503853	35.004528	
-3.150476	-0.060784	0.004900	29.540872	35.103924	
-11.750750	-0.079772	0.004956	29.529127	34.872276	





# ■ Návrh metodiky testování demontovaných tlumičů

Cíl: zohlednit fakt, že..

$$F = f(z, v, a, \dots)$$



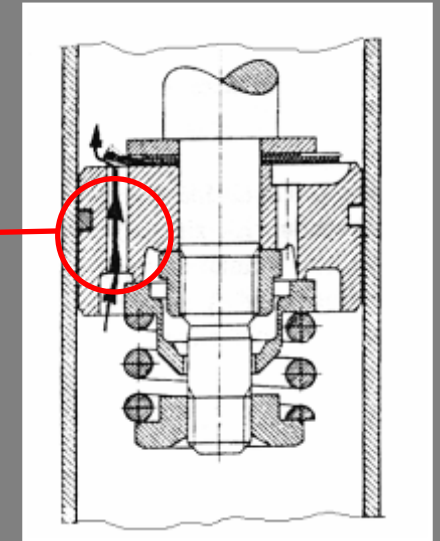
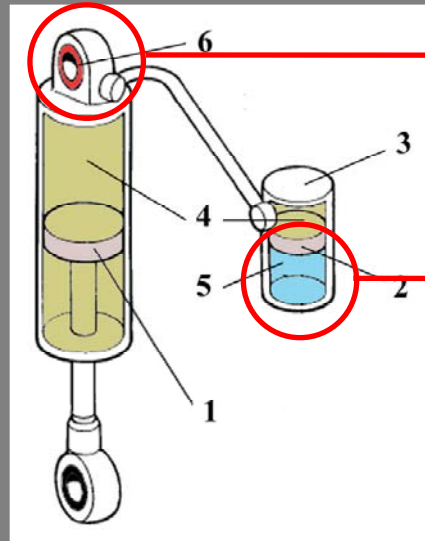
Celková reakční síla tlumiče

$$F_R = f_R(z, v, a) = f_P(z) + f_G(v, a) = F_P + F_G$$

Silová složka závislá na poloze pístnice

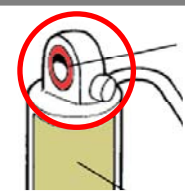
Celková tlumící síla

Nejvýznamnější vlivy



# ■ Návrh metodiky testování demontovaných tlumičů

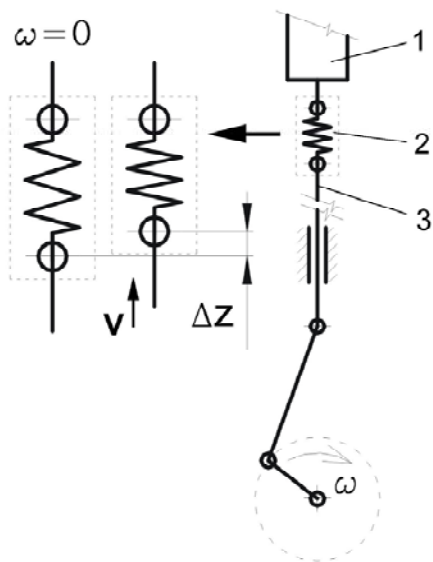
## ■ Identifikace a eliminace projevu pružných úchytů tlumiče



Projev pružných úchytů

$$F_R = f_p(z) + f_G(v, a)$$

Příčina projevu

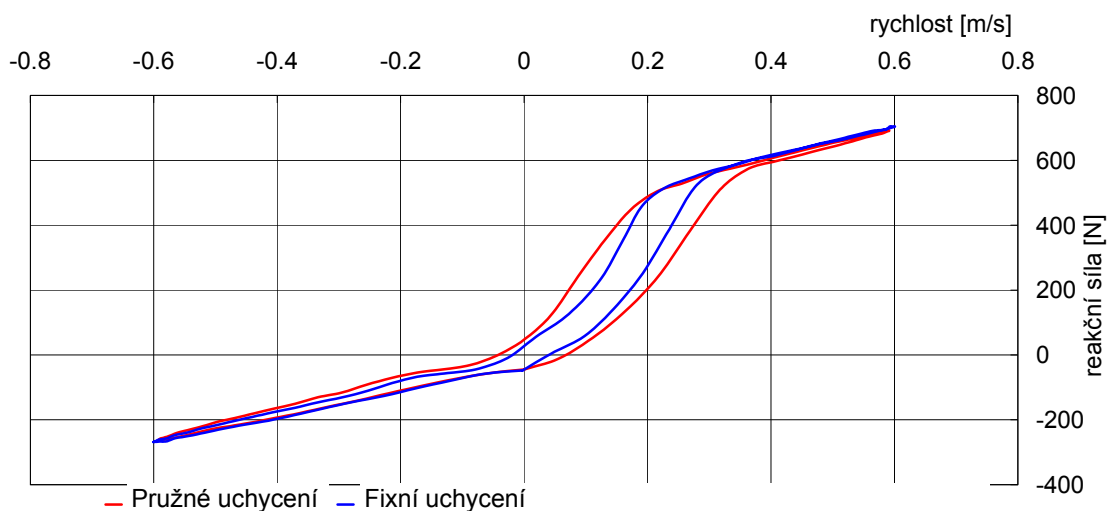


Eliminační funkce

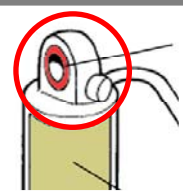
$$\Delta z = \frac{\Delta F}{k}$$

$$\Delta v = \frac{\omega \cdot \Delta z}{\Delta \varphi}$$

- 1 - pulzující část tlumiče,
- 2 - pružný úchyt tlumiče
- 3 - úchyt pohonného zařízení



- Návrh metodiky testování demontovaných tlumičů
- Identifikace a eliminace projevu pružných úchyťů tlumiče

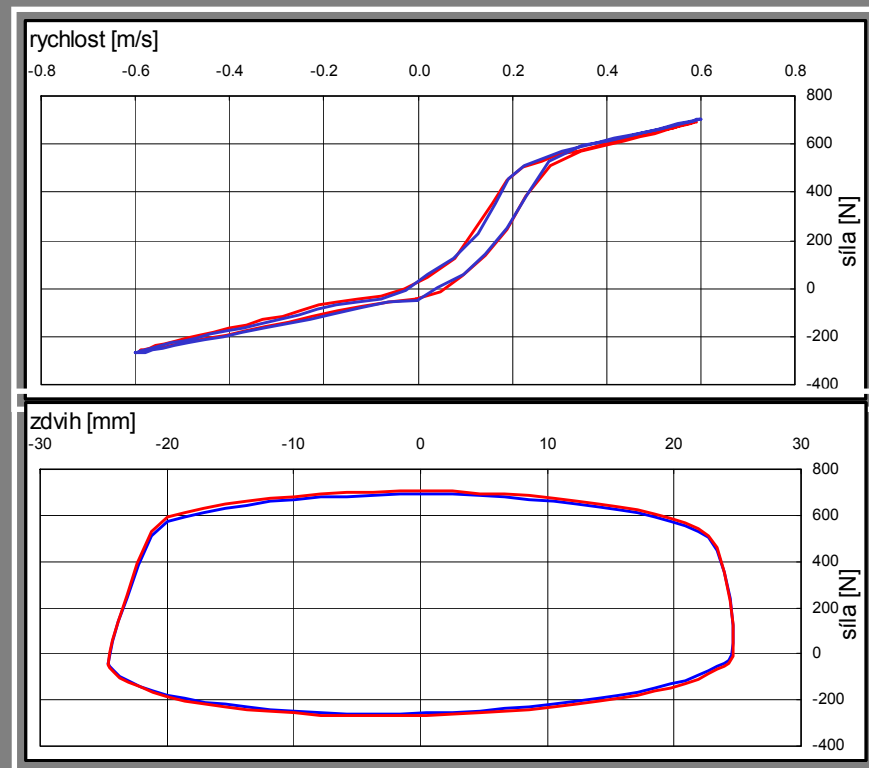
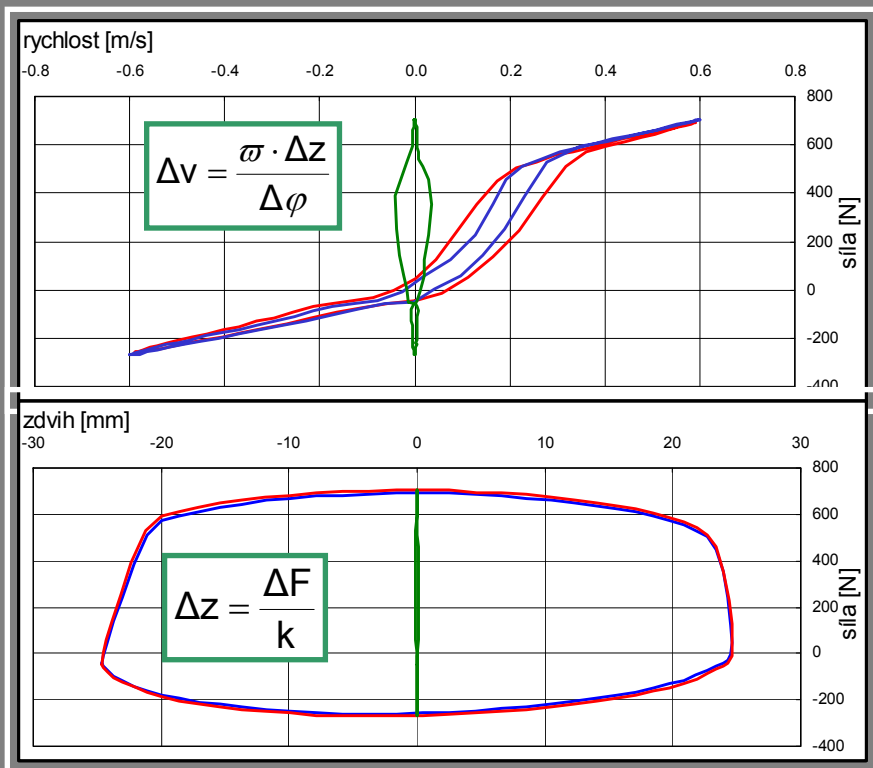


Experimentální ověření metody:

$$F_R = f_p(z) + f_G(v, a)$$

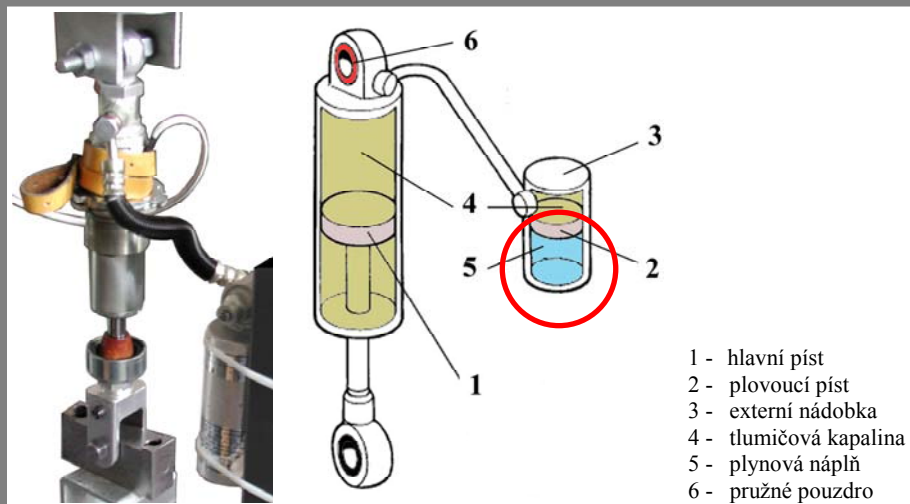
— fixní uloř. — pruřné uloř.

— fixní uloř. — pruřné uloř. po eliminaci



# ■ Návrh metodiky testování demontovaných tlumičů

## ■ Identifikace polohově závislé složky

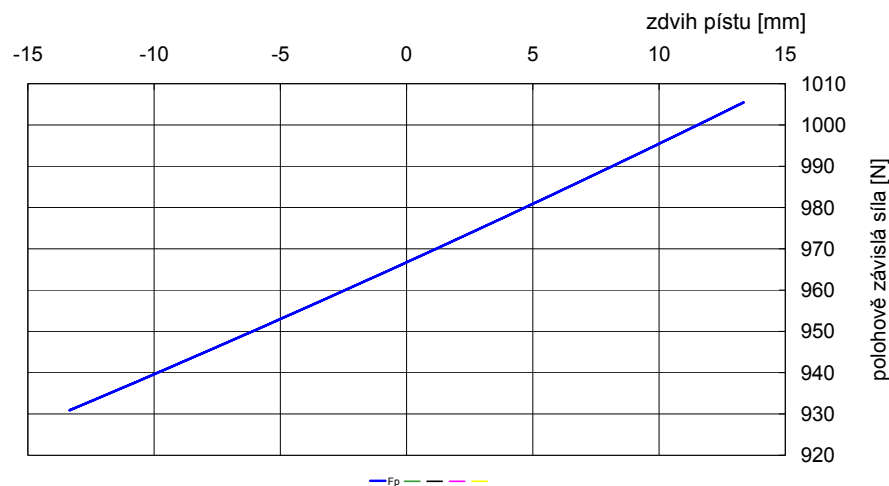


$$F_R = f_p(z) + f_G(v, a)$$

### Speciální zkušební podmínky:

- fixní uložení
  - $v < 0,05 \text{ m.s}^{-2}$
- $F_P \gg F_G$

Identifikovaná polohově závislá složka reakční síly



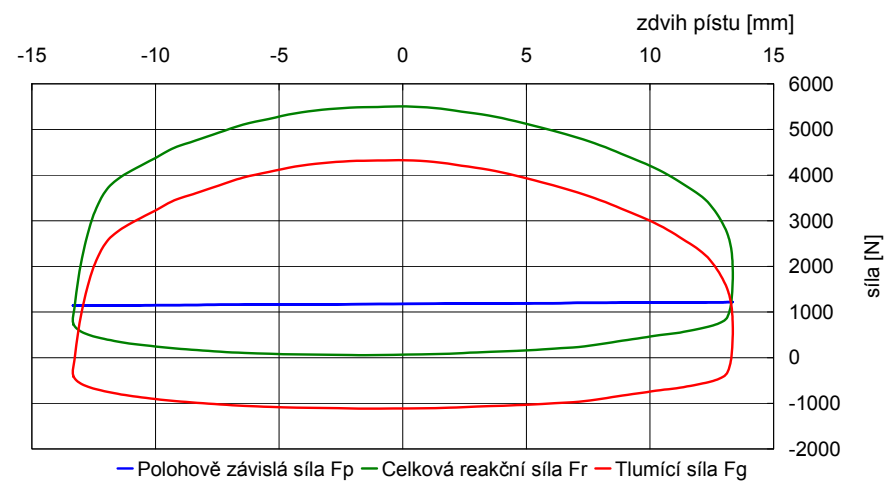
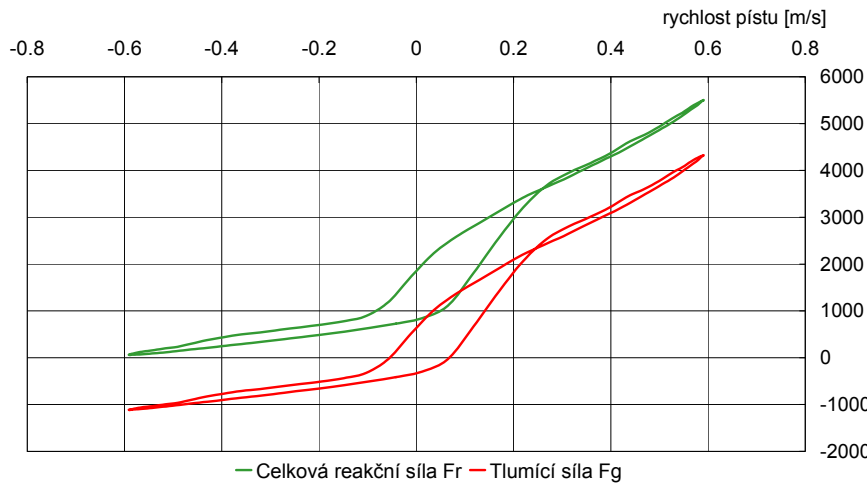
# ■ Návrh metodiky testování demontovaných tlumičů

## ■ Identifikace celkové tlumící síly

$$F_R = f_P(z) + f_G(v,a)$$

$$F_G = f_G(v,a) = f_R(z,v,a) - f_P(z)$$

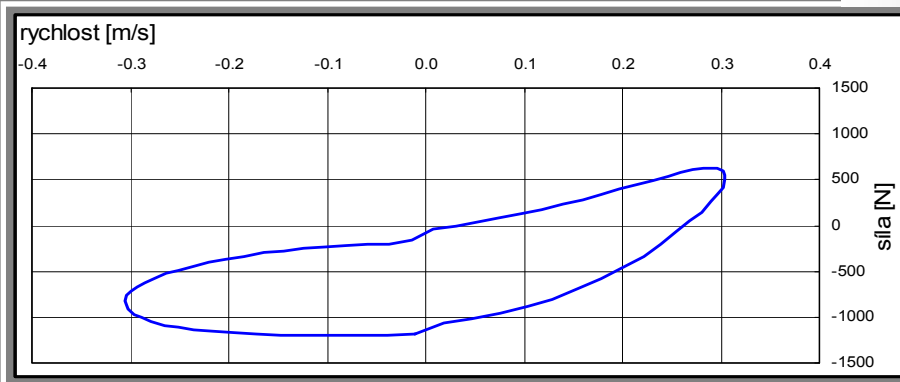
— reakční síla tlumiče    — poloh. závislá silová složka    — celková tlumící síla tlumiče



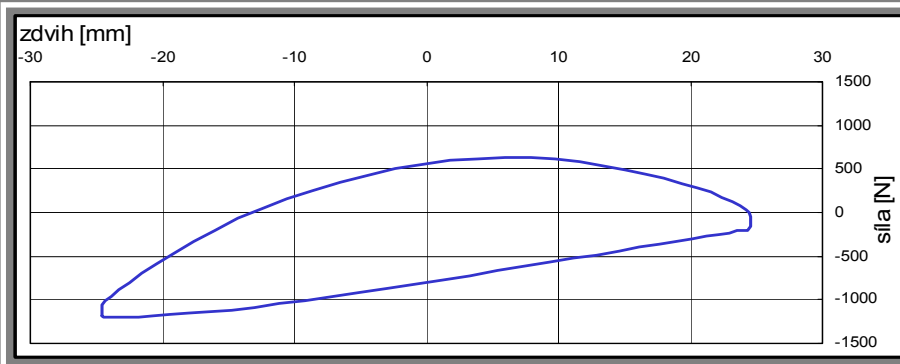
# ■ Návrh metodiky testování demontovaných tlumičů

## ■ Experimentální ověření navržené metodiky

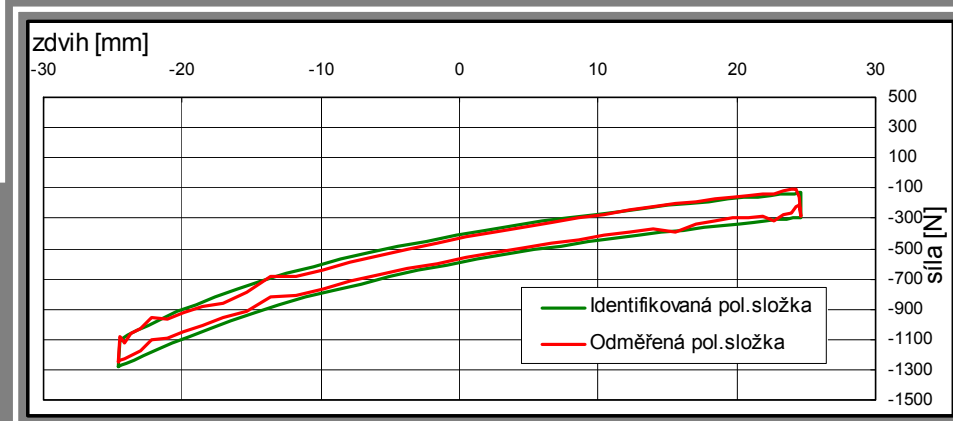
- vzorek – hydropneumatická jednotka



Charakteristika hydropneumatické jednotky



Ověření identifikace polohově závislé síly

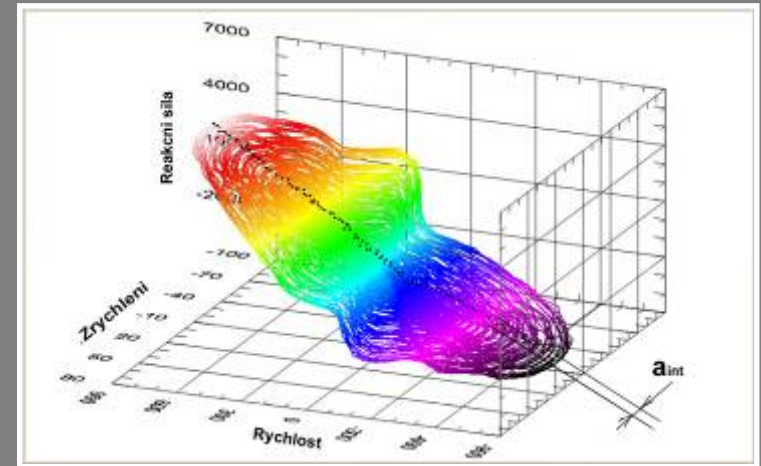
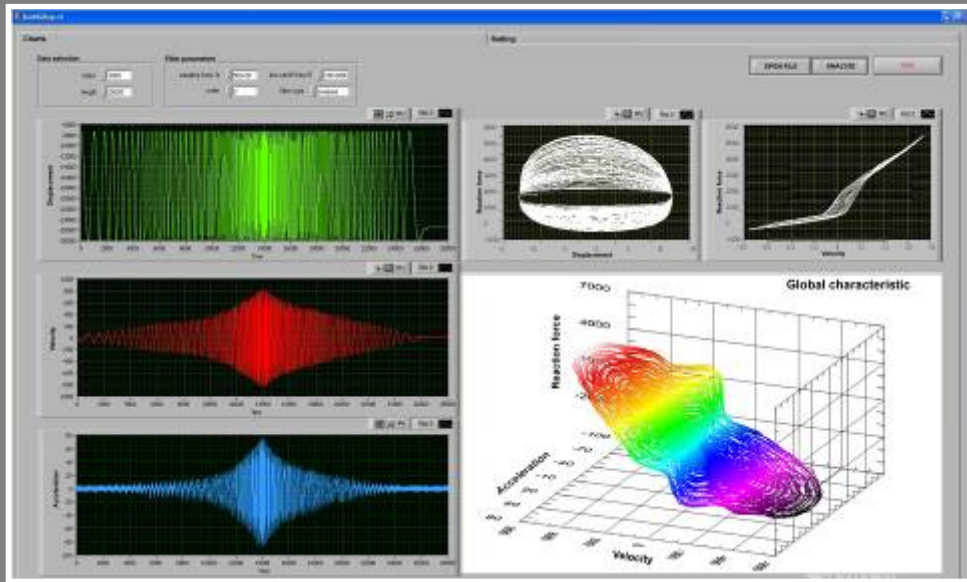


# ■ Návrh metodiky testování demontovaných tlumičů

## ■ Kvazistatická charakteristika tlumicí síly

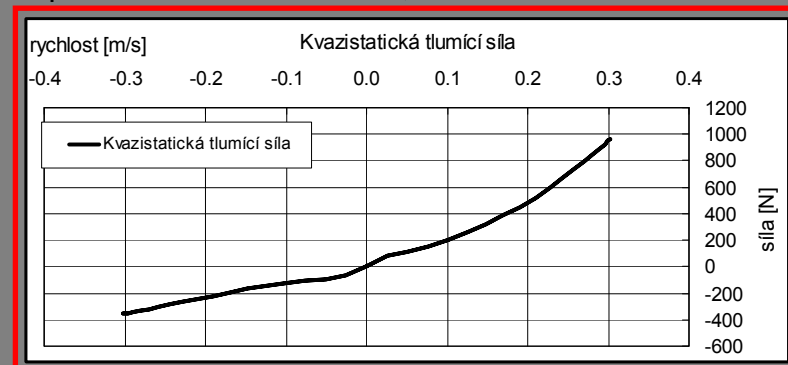
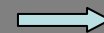
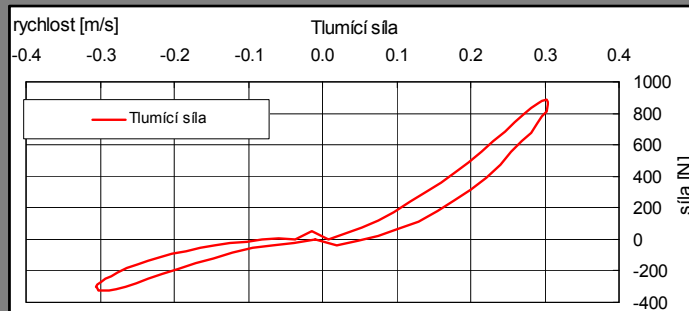
- motivace – diagnostické důvody
- eliminace závislosti na zrychlení
- vstupní parametr – celková charakteristika tlumiče  $F_R = f(z, v, a)$

$$F_R = f_p(z) + f_G(\mathbf{f}_T(v), a)$$



$f_T(v)$

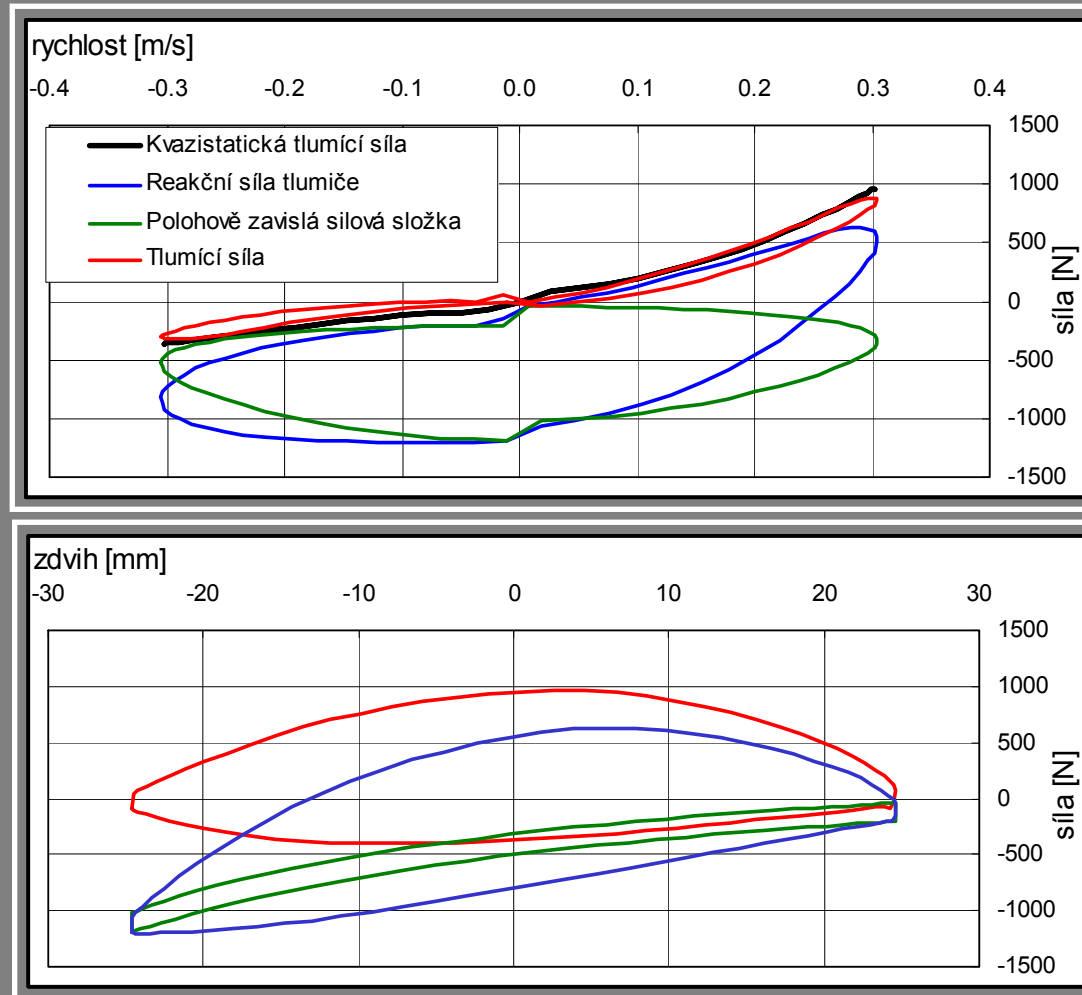
$f_G(v, a)$



# ■ Závěr

## ■ Hlavní výstupy

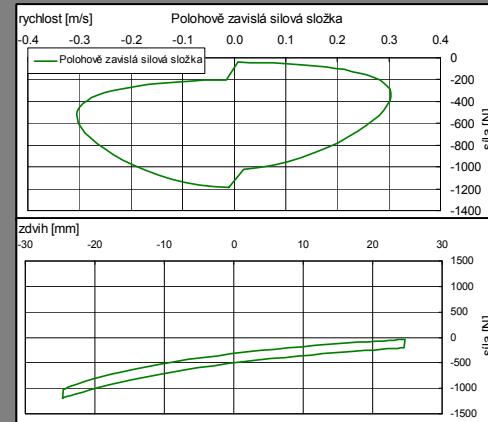
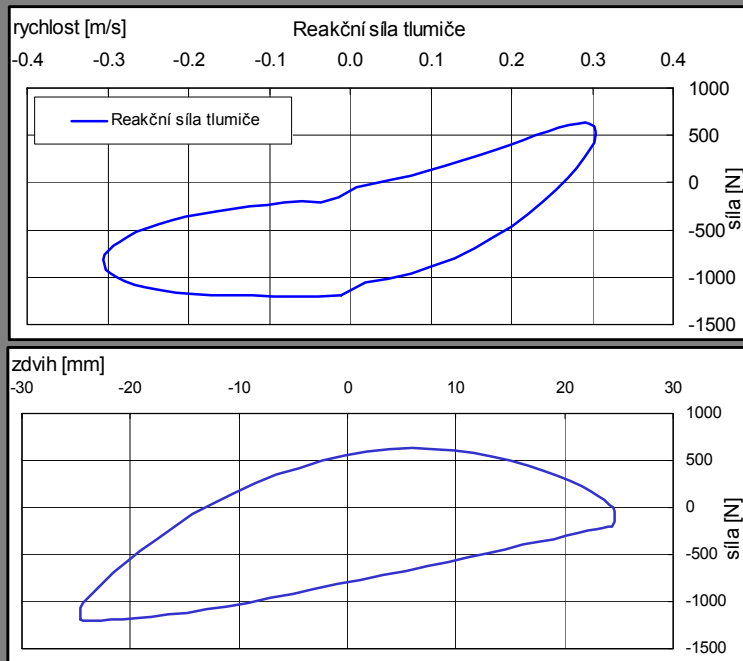
Celková silová identifikace



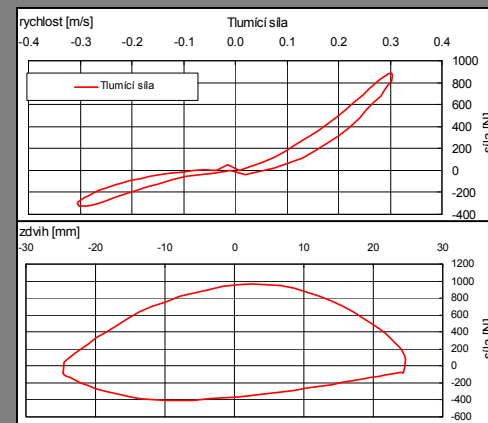


- Závěr
- Hlavní výstupy

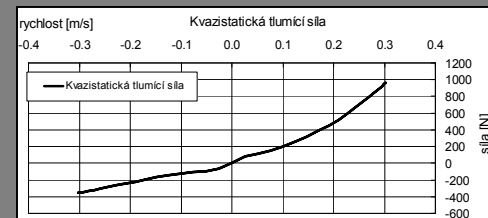
$$F_R = f_R(z, v, a) = F_P + F_G$$



$$F_P = f_P(z)$$



$$F_G = f_G(v, a)$$

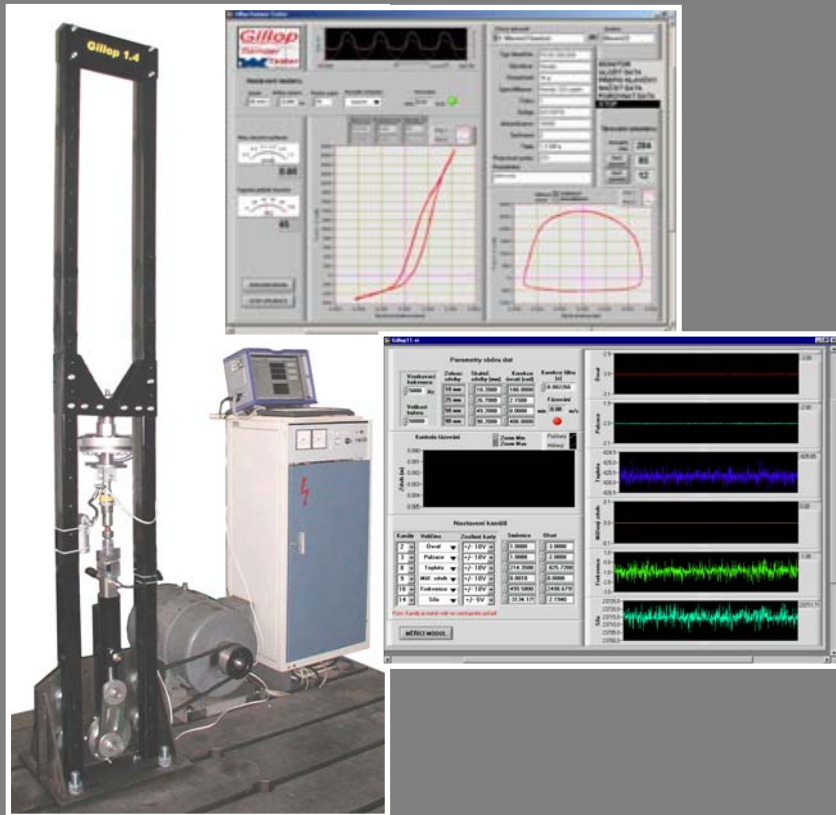


$$F_T = f_T(v)$$

- Závěr
- Hlavní výstupy

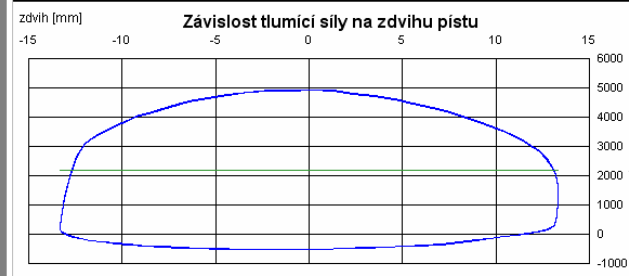
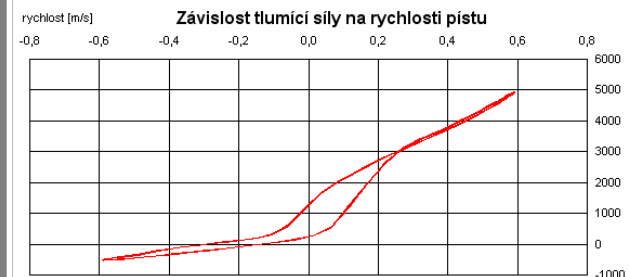
Gillop\_post

Gillop



Vysoké učení technické v Brně, fakulta strojního inženýrství

Typ tlumiče:	PK30-300/260	Označení zkoušky:	Mereni30
Výrobce tlumiče:	Honda	Datový soubor	Mereni30.glp
Firmní označení:	0	Datum měření:	4.3.2004
Bližší specifikace:	Honda 125-zadní	Čas měření:	15:52
Zkušební číslo:	1	Zkušební stav:	Pulzátor Gillop 1.4
Typ úchyty:	GO10/PS	Datum zpracování:	8.5.2008
Amortizace tlumiče:	0	Střední vysunutí:	275 mm
Seřízení při zkoušce:	0	Offset siloměru:	+220 N
Tlak média:	6		
Měřená veličina:	<b>Tlumičí síla</b>	Zdvih testeru:	26,7 mm
Počet cyklů:	20	Maximální rychlost:	0,59 m/s
Zkušební teplota:	38 °C	Kmitočet pulzátoru:	7,03 Hz



Korekce zpoždění filtru síly:	1,50 ms	◀ ▶	
Korekce poddajnosti úchyty:	0,00 um/N	◀ ▶	
Korekce vnitřní pružnosti:	0 N/mm	◀ ▶	Odhad: 57 N/mm
Korekce nelinearity pružnosti:	0 %	◀ ▶	
Korekce offsetu siloměru:	+0 N	◀ ▶	

Poznámka: síla-zanont-silac (60) TriBAG

- Nastavení pulzátoru
- Zapojení elektroniky
- Označení typu tlumiče
- Výpočet tlaku
- Výběr protokolů
- Kopie datových řad
- Diagnostika
- Průměrovat do 1 otáčky
- Eliminace pruž. úchyty
- Eliminace polohové složky
- Kvazistatická tlumičí síla
- Vynulovat srovnání
- Přenést do srovnání
- Srovnání
- Kopie srovnání
- Kopie protokolů