

# Stanovení reologických vlastností „nejen“ v průmyslové praxi

Petra Volfová



**pragolab**  
authorized distributor  
**thermo**scientific

# FYZIKÁLNÍ A MATERIÁLOVÉ ANALÝZY

- Reologie – Viskozita kapalných (polo-)tuhých látek

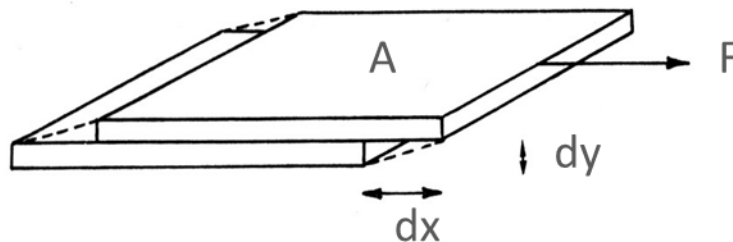


- Prášková reologie



## REOLOGIE

- nauka o deformaci a toku materiálů
- (1929 – E. C. Bingham a M. Reiner)
- chování materiálu při prostém smykovém toku
- reologie kapalin a pevných látek
- viskozita, elasticita, viskoelasticita, oscilace, mez toku, smykové napětí, smyková rychlost



# FYZIKÁLNÍ A MATERIÁLOVÉ ANALÝZY

## VISKOZITA

- míra vnitřního odporu vůči toku
- jednotka Pa.s
- dynamická VS kinematická

### dynamická viskozita

- $1 \text{ mPa}\cdot\text{s} = 1 \text{ cP}$  (centiPoise)

### kinematická viskozita

- $1 \text{ mm}^2\text{s}^{-1} = 1 \text{ cSt}$  (centiStokes)

## ZÁVISLOST VISKOZITY

- smyková rychlost
- teplota
- tlak
- čas
- historie
- fyzikálně-chemická struktura
- jiné (magnetické nebo elektrické pole)

# FYZIKÁLNÍ A MATERIÁLOVÉ ANALÝZY

- viskozita není konstantní

## NEWTONSKÉ KAPALINY

- nezávisí na smykové rychlosti
- NEWTONŮV ZÁKON

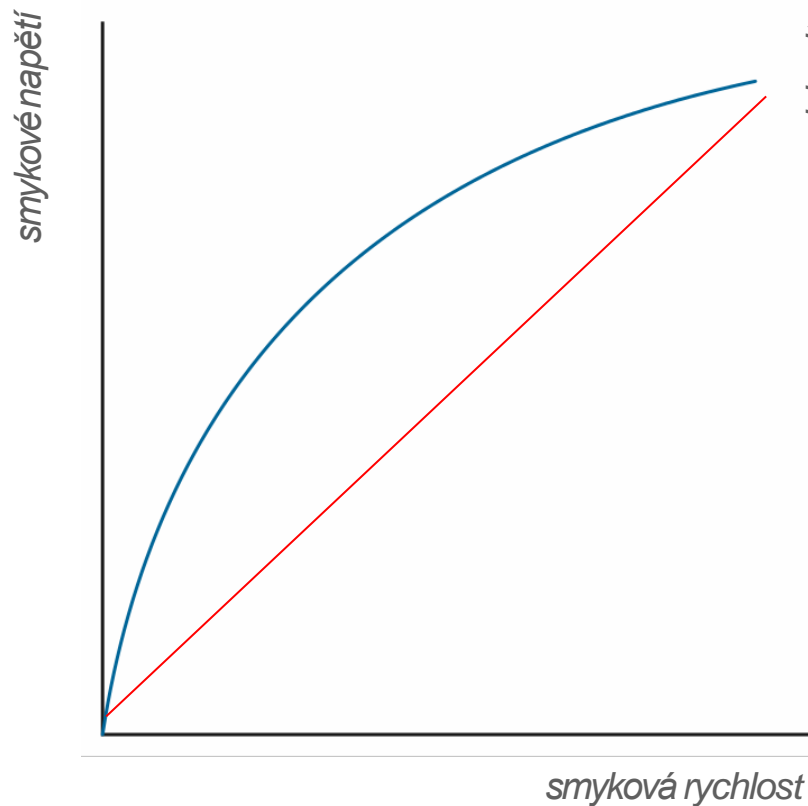
## NE-NEWTONSKÉ KAPALINY

- závisí na smykové rychlosti

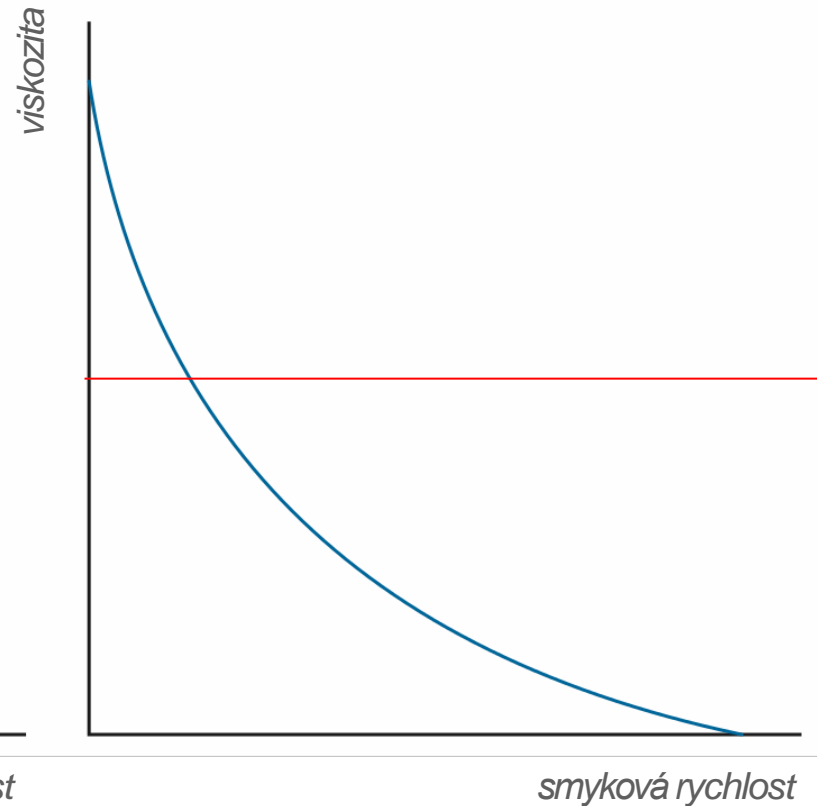
# FYZIKÁLNÍ A MATRERIÁLOVÉ ANALÝZY

## TOKOVÁ KŘIVKA vs VISKOZITNÍ KŘIVKA

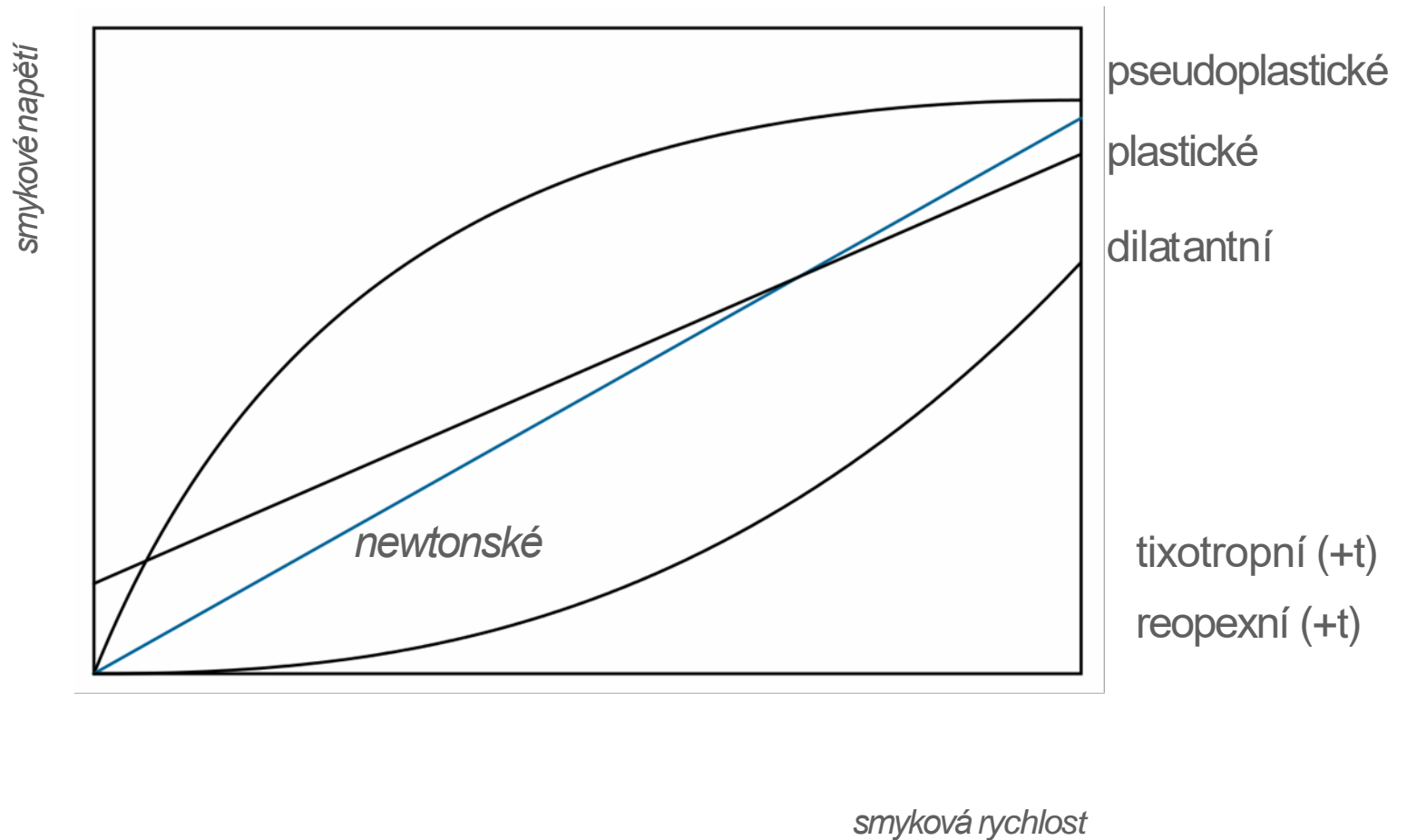
toková křivka (reogram)



vs. viskozitní křivka



## NENEWTONSKÉ CHOVÁNÍ



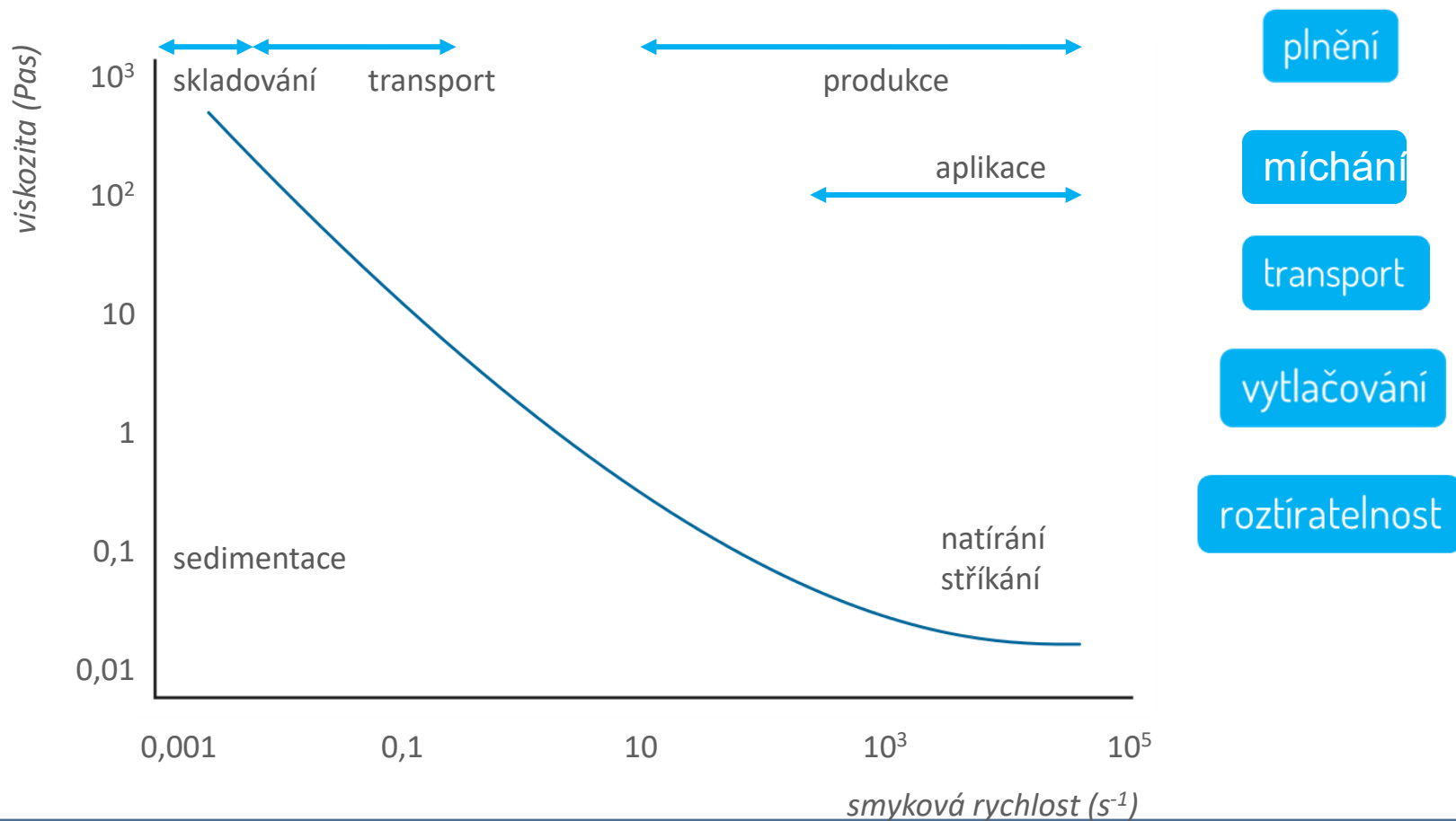


# FYZIKÁLNÍ A MATRERIÁLOVÉ ANALÝZY

APLIKACE	SMYKOVÁ RYCHLOST $s^{-1}$
sedimentace	$10^{-6} - 10^{-4}$
fázová separace	$10^{-6} - 10^{-4}$
tok, vyrovnávání	$10^{-1} - 10^1$
extruze	$10^0 - 10^2$
natírání	$10^1 - 10^2$
žvýkání	$10^1 - 10^2$
míchání	$10^1 - 10^3$
sprejování	$10^3 - 10^4$

# FYZIKÁLNÍ A MATERIÁLOVÉ ANALÝZY

## ZÁVISLOST VISKOZITY NA SMYKOVÉ RYCHLOSTI



# FYZIKÁLNÍ A MATERIÁLOVÉ ANALÝZY

## RELATIVNÍ vs ABSOLUTNÍ

PRINCIP	ZAŘÍZENÍ	MĚŘENÁ VELIČINA
biosenzor	prst	odpor (síla, tlak)
objemový průtok	fordova nálevka	čas
	kapilární viskozimetr	čas (tlak, dislokace)
padající kulička	Höpplerův viskozimetr	čas
kompresa	kompresní viskozimetr	síla, dislokace
rotace	rotační viskozimetr, reometr	síla, dislokace

# FYZIKÁLNÍ A MATERIÁLOVÉ ANALÝZY

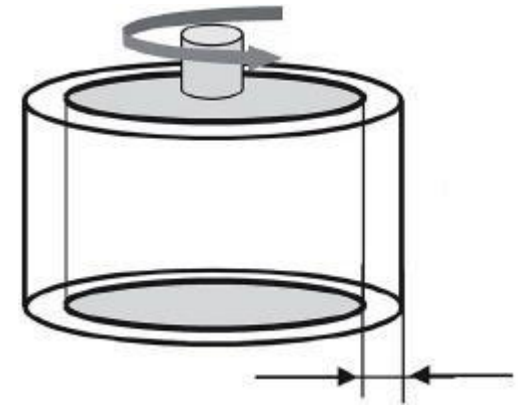
## VISKOZITA

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma}$$

smykové napětí

smyková rychlost

torze Md – faktor A



RPM – faktor M

- **absolutní** měření – faktory A a M lze spočítat pro senzor
- **relativní** měření – faktory A a M **nelze** spočítat pro senzor

# FYZIKÁLNÍ A MATERIÁLOVÉ ANALÝZY

## RELATIVNÍ vs ABSOLUTNÍ



X



# FYZIKÁLNÍ A MATERIÁLOVÉ ANALÝZY

## APLIKACE – PRŮMYSLOVÁ ODVĚTVÍ

PETROCHEMIE

P  
O  
T  
R  
A  
V  
I  
N  
Y



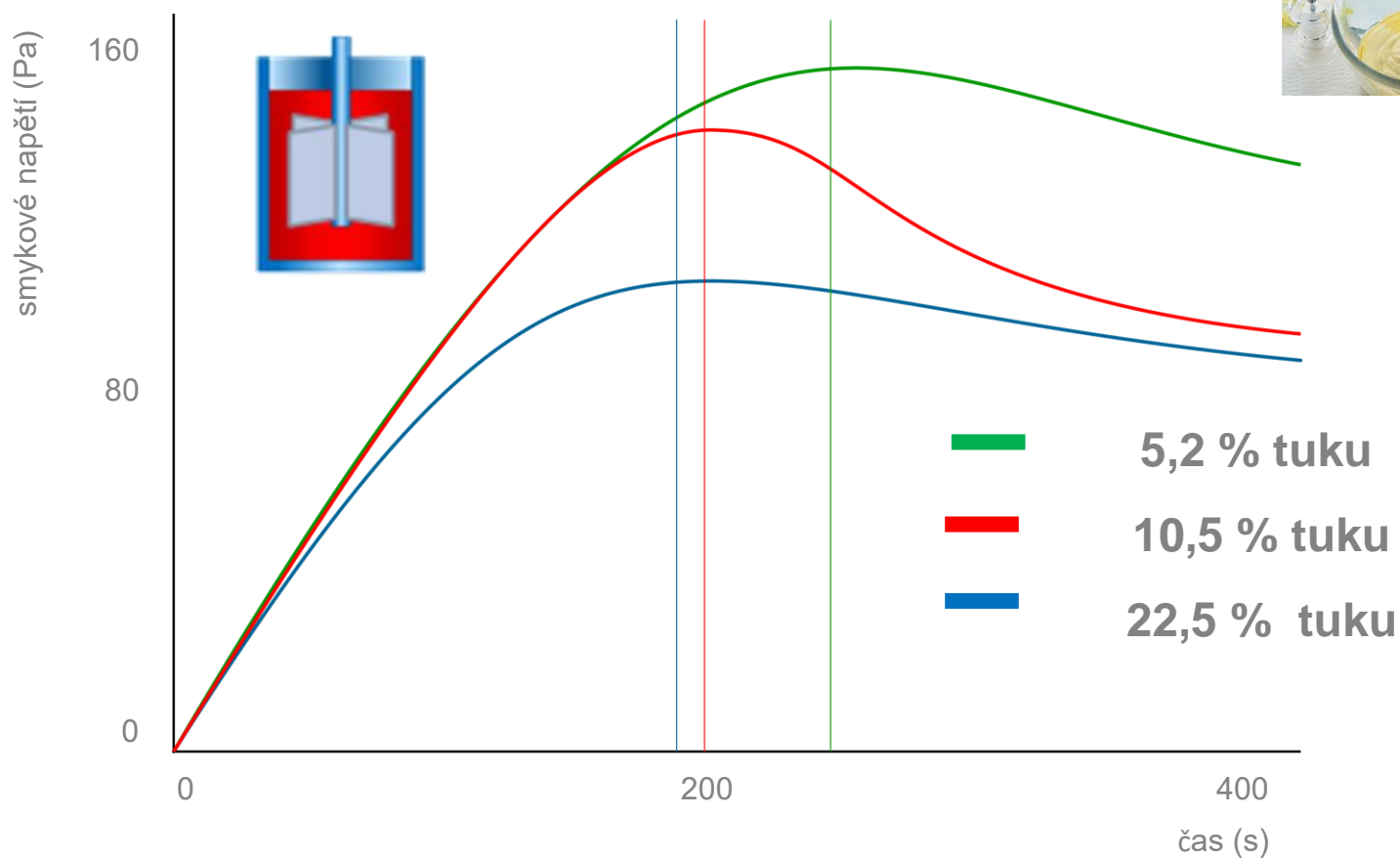
K  
O  
S  
M  
E  
T  
I  
K  
A

P  
L  
A  
S  
T  
Y

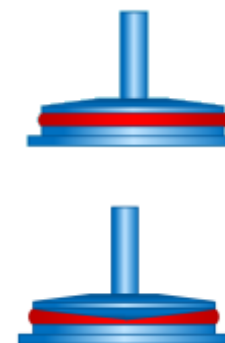
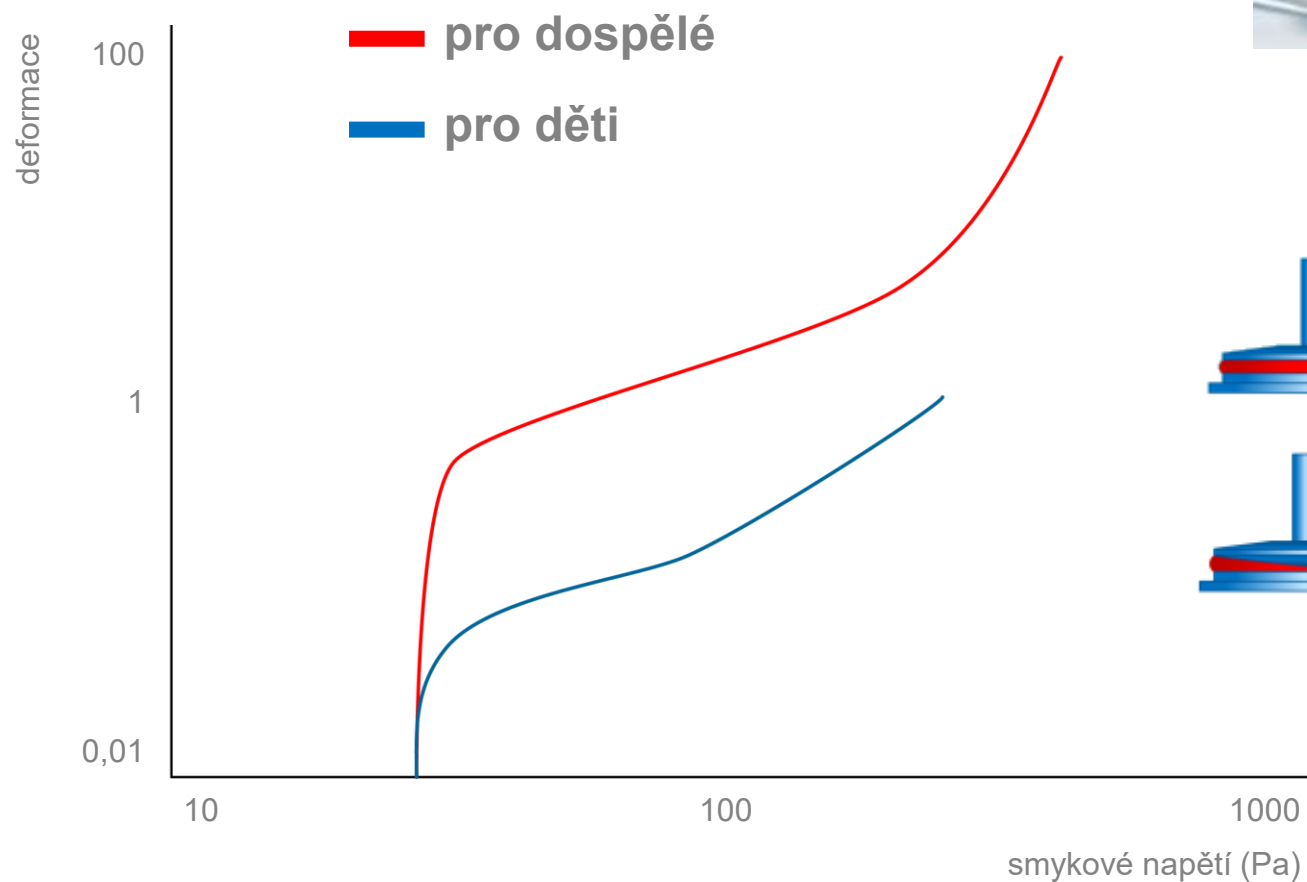
B  
A  
R  
V  
Y

STAVEBNICTVÍ

## MEZ TOKU - MAJONÉZA

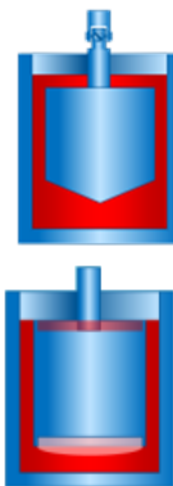
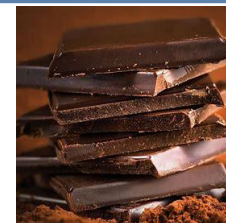
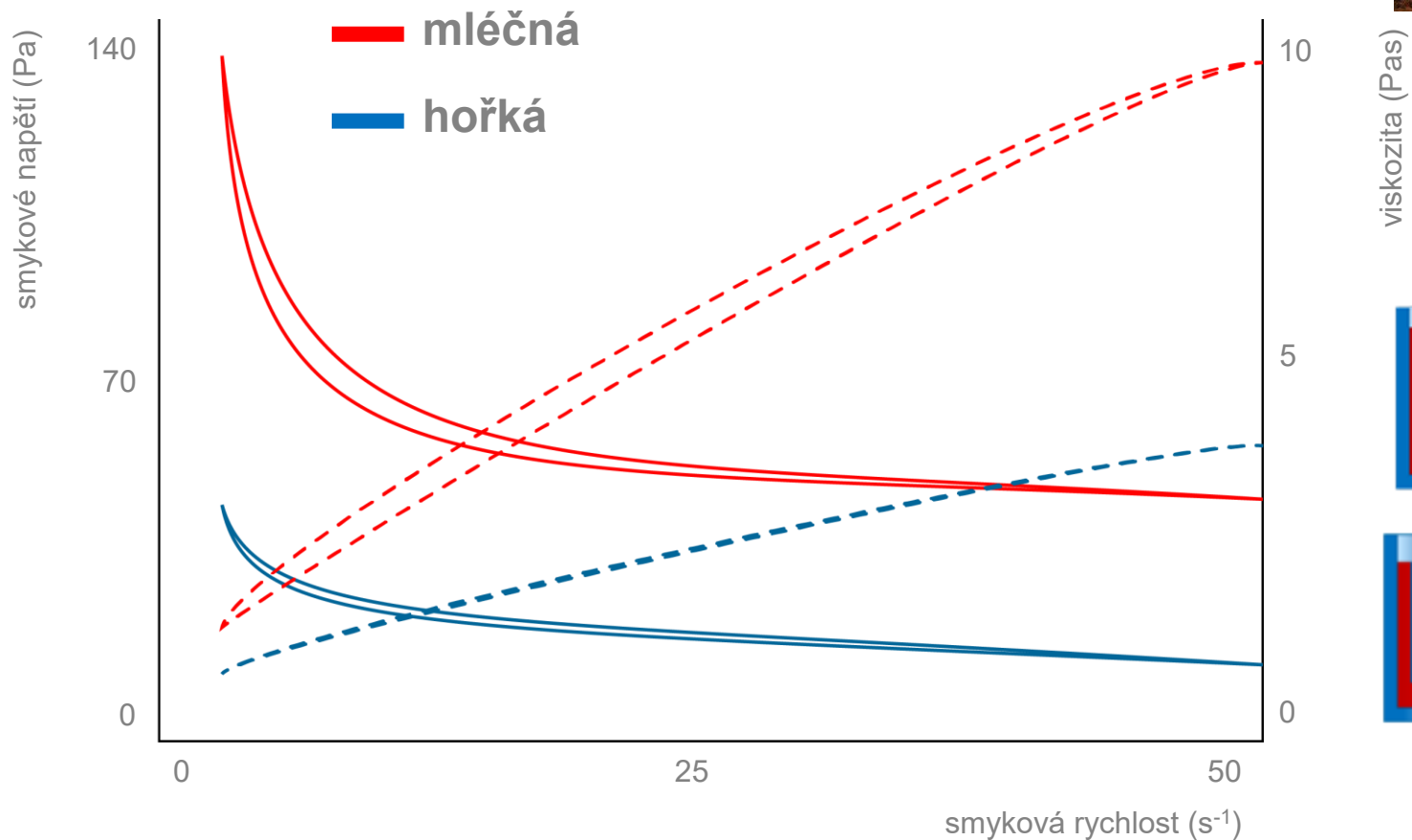


## MEZ TOKU – ZUBNÍ PASTA

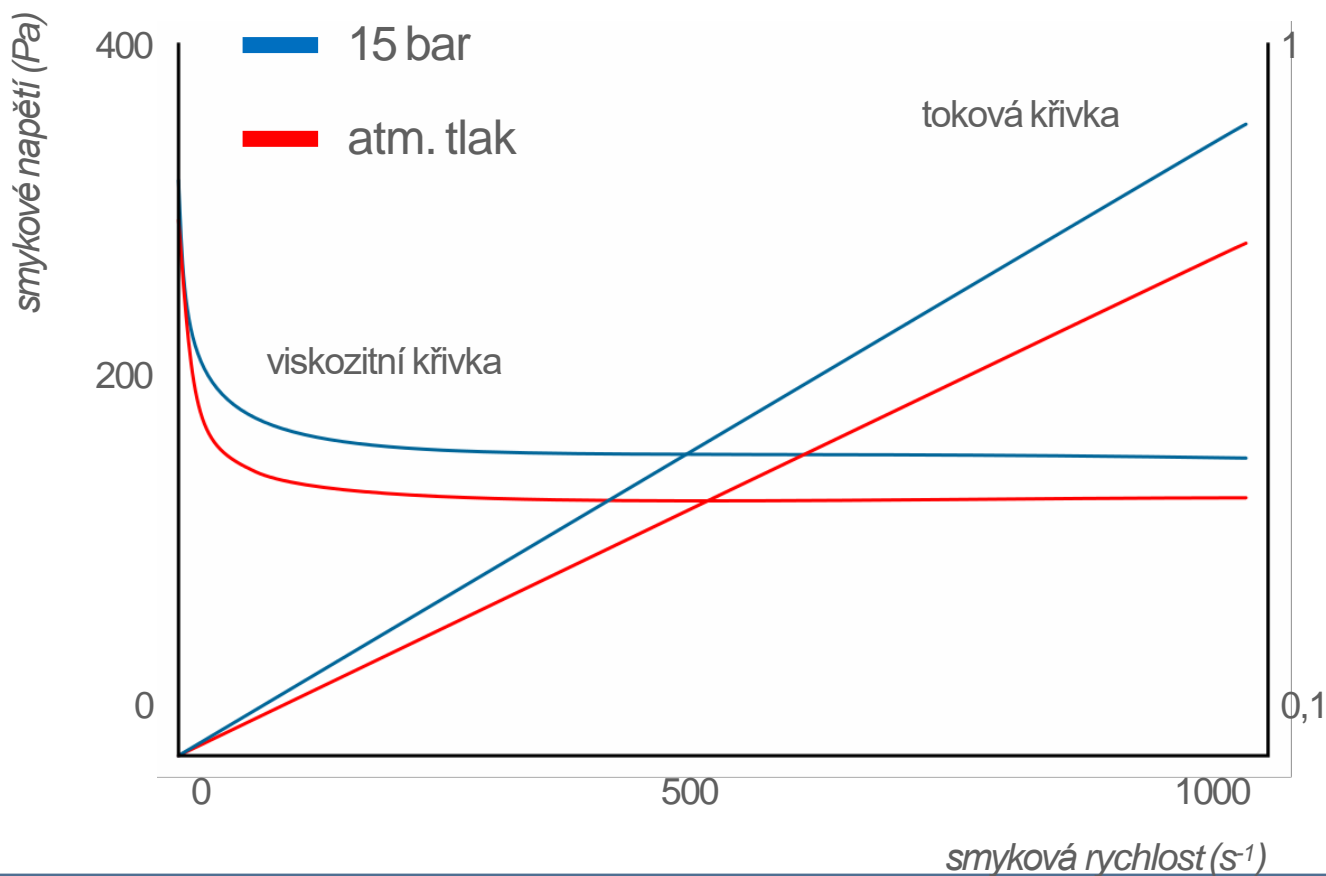




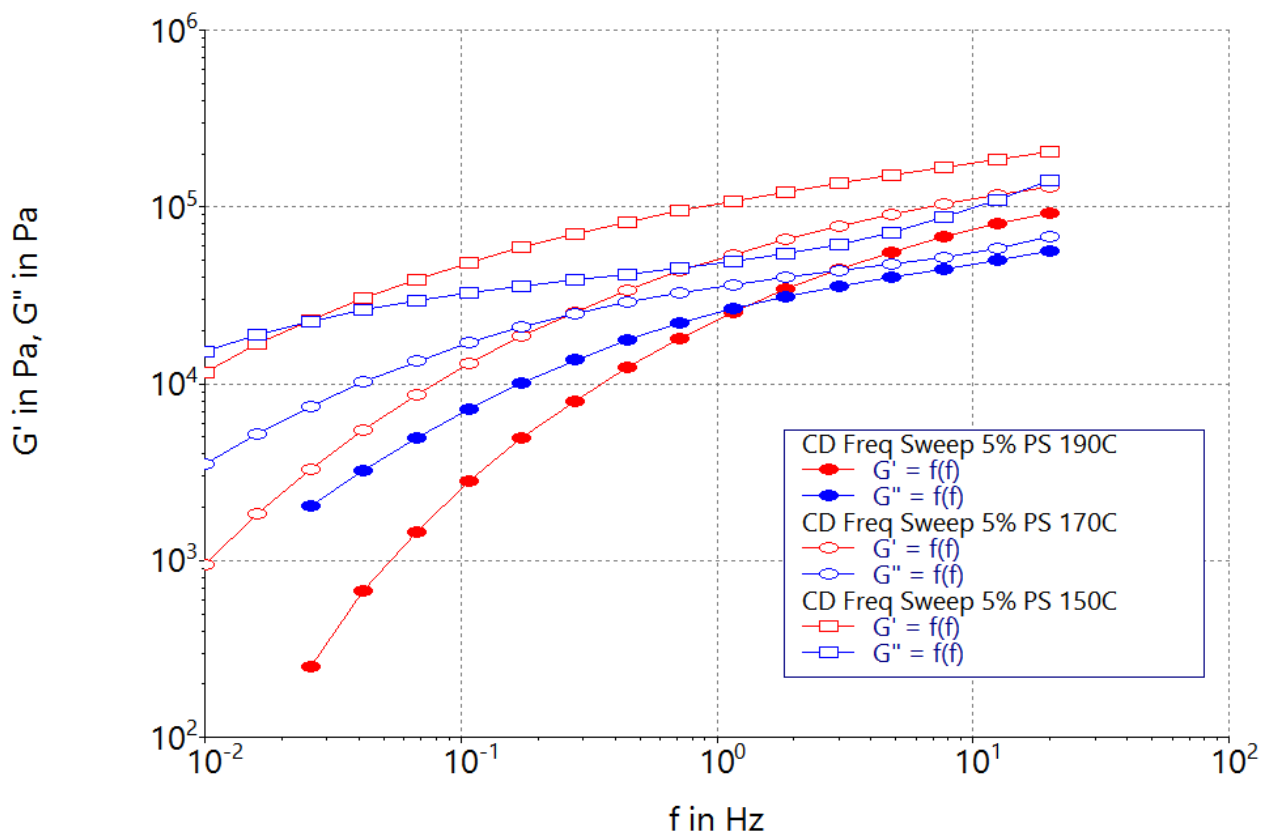
## TOKOVÉ VLASTNOSTI – ČOKOLÁDA



## ZÁVISLOST VIZKOZITY NA TLAKU – ROPA



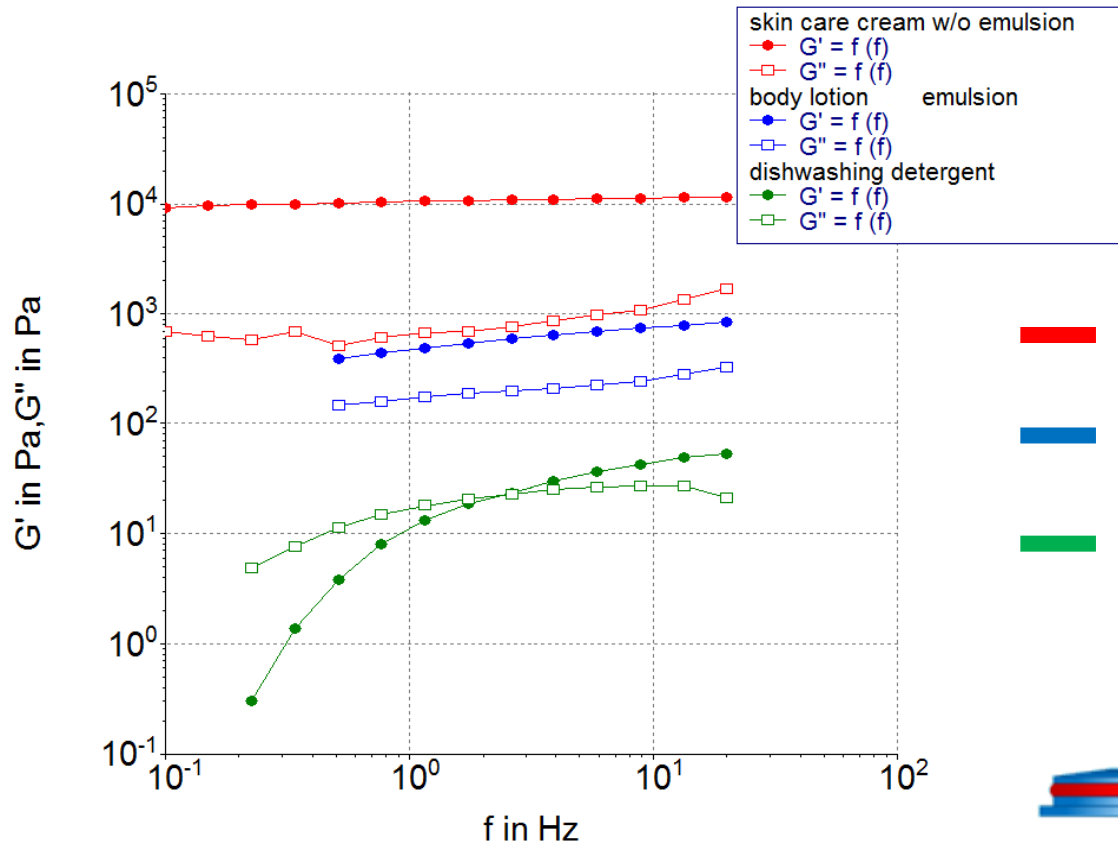
## OSCILAČNÍ TEST – POLYMERNÍ TAVENINY



- $G'$  elastická část  
Akumulovaný modul
- $G''$  viskozni část  
Ztrátový modul

# FYZIKÁLNÍ A MATERIÁLOVÉ ANALÝZY

## OSCILAČNÍ TEST – Kosmetických přípravků



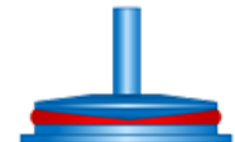
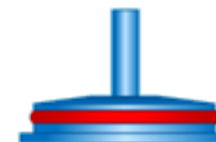
tělový krém



tělové mléko



Mycí prostředek



HAAKE RheoWin 4.50.0003

**[www.pragolab.cz](http://www.pragolab.cz)**



[linkedin.com/company/pragolab-s-r-o-](https://www.linkedin.com/company/pragolab-s-r-o-)

[volfova@pragolab.cz](mailto:volfova@pragolab.cz)