

Analýza zkušebních rychlostí podle EN ISO 6892-1



Stanislav Korčák
Novinky v oblasti skúšobnictva, Tále 2017

Zkoušení tahem - základní zkušební metoda

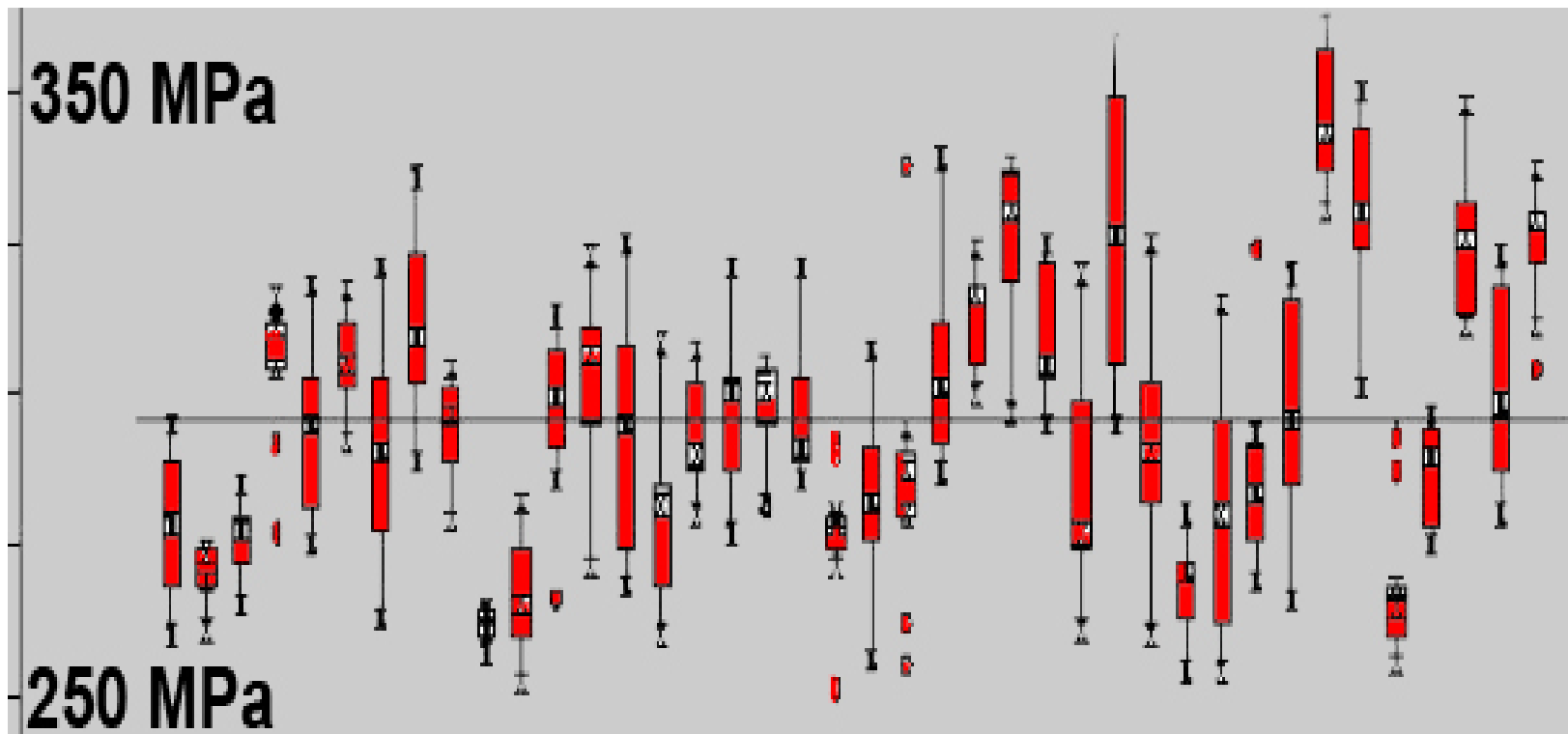
Pár „veselých“ historek

Podmínky zkoušení EN ISO 6892-1 (2016)

Prezentace měření - ? ? ? ? ? $A \neq B$

Závěr, diskuze, poděkování

Vyhodnocení Re MPZ – zkoušky tahem (SČZL, ČIA, 2002)



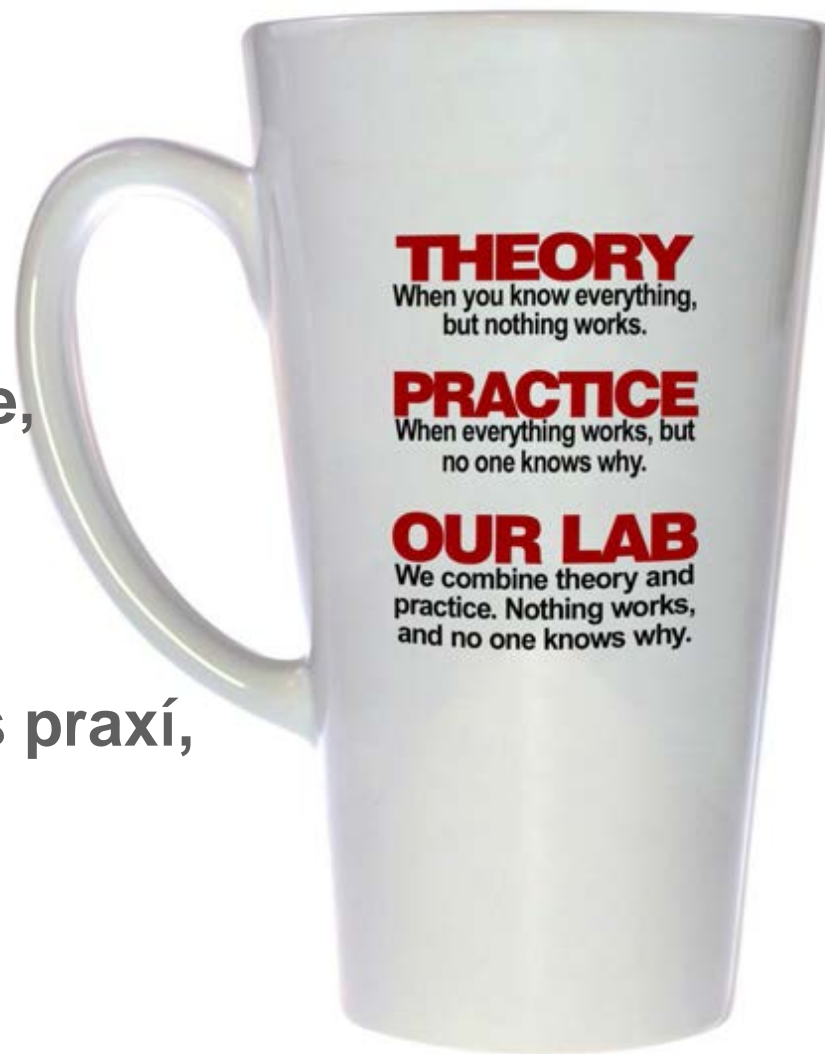
Sborník z pracovního semináře SČZL a ČIA
k vyhodnocení MPZ - zkoušky tahem.
Kolektiv autorů, Praha, prosinec 2002

pohár hořkosti

„**Teorie** je, když se všechno ví,
ale nic nefunguje.

Praxe je, když všechno funguje,
ale neví se proč.

My jsme dokázali spojit teorii s praxí,
nic nefunguje a neví se proč.“



Požadavky, zkušební systém a jeho vybavení

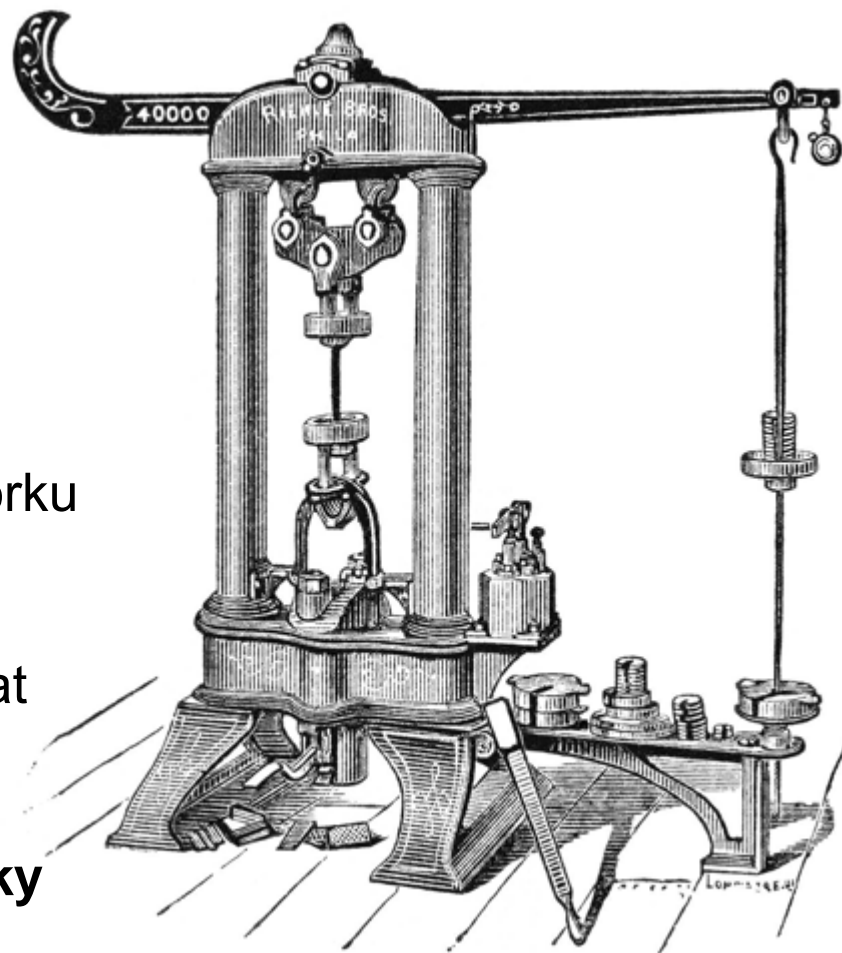
výsledky

vysoká spolehlivost měření
reprodukovatelnost

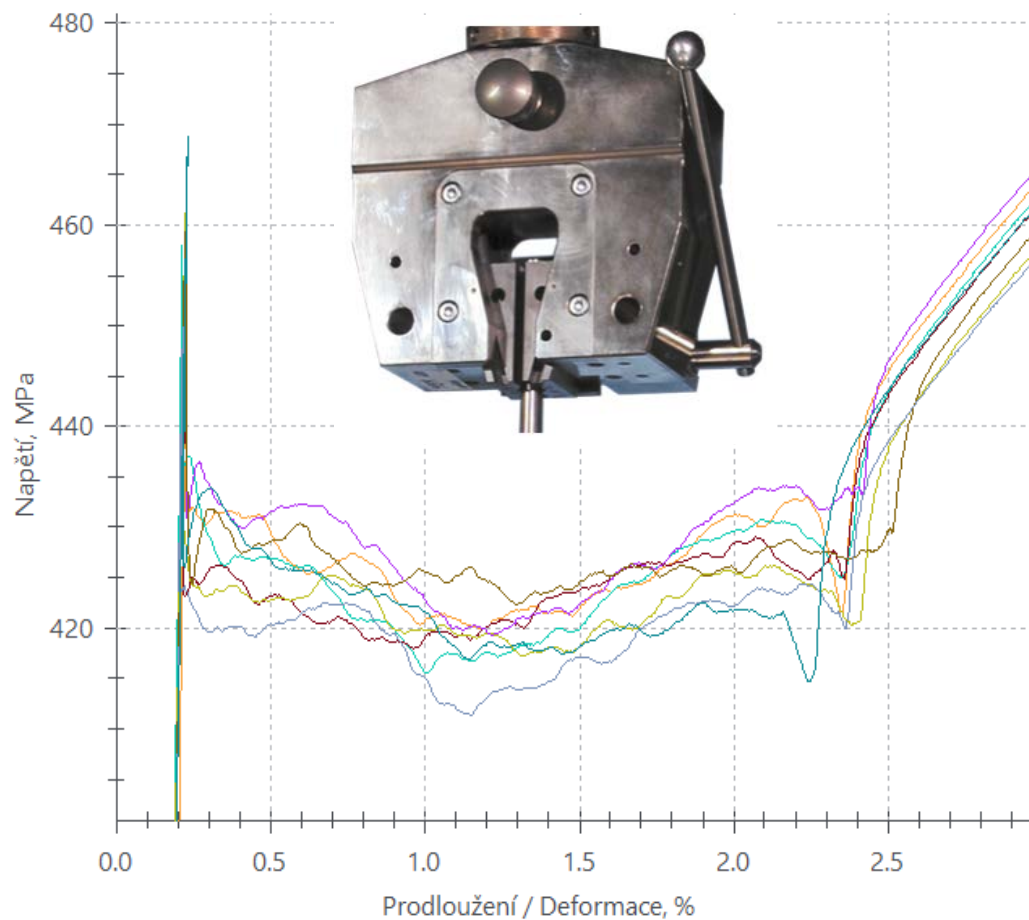
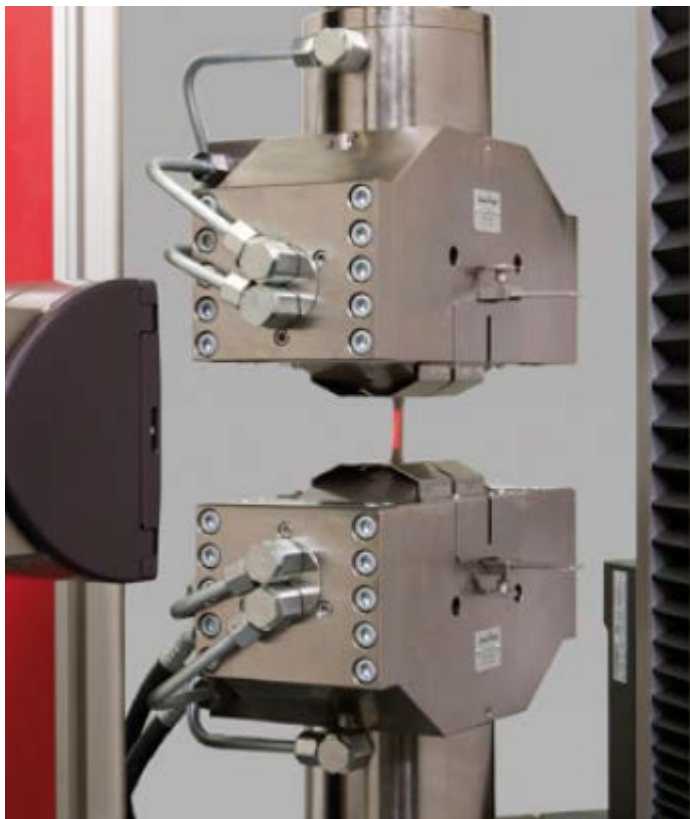
zkušební systém

- zatěžovací rám a jeho poddajnost
- upínací čelisti a správné upnutí vzorku
- systém pohonu
- snímač síly, snímač prodloužení
- řídicí elektronika, sběr a záznam dat
- software

výrobci a uživatelé zkušební techniky

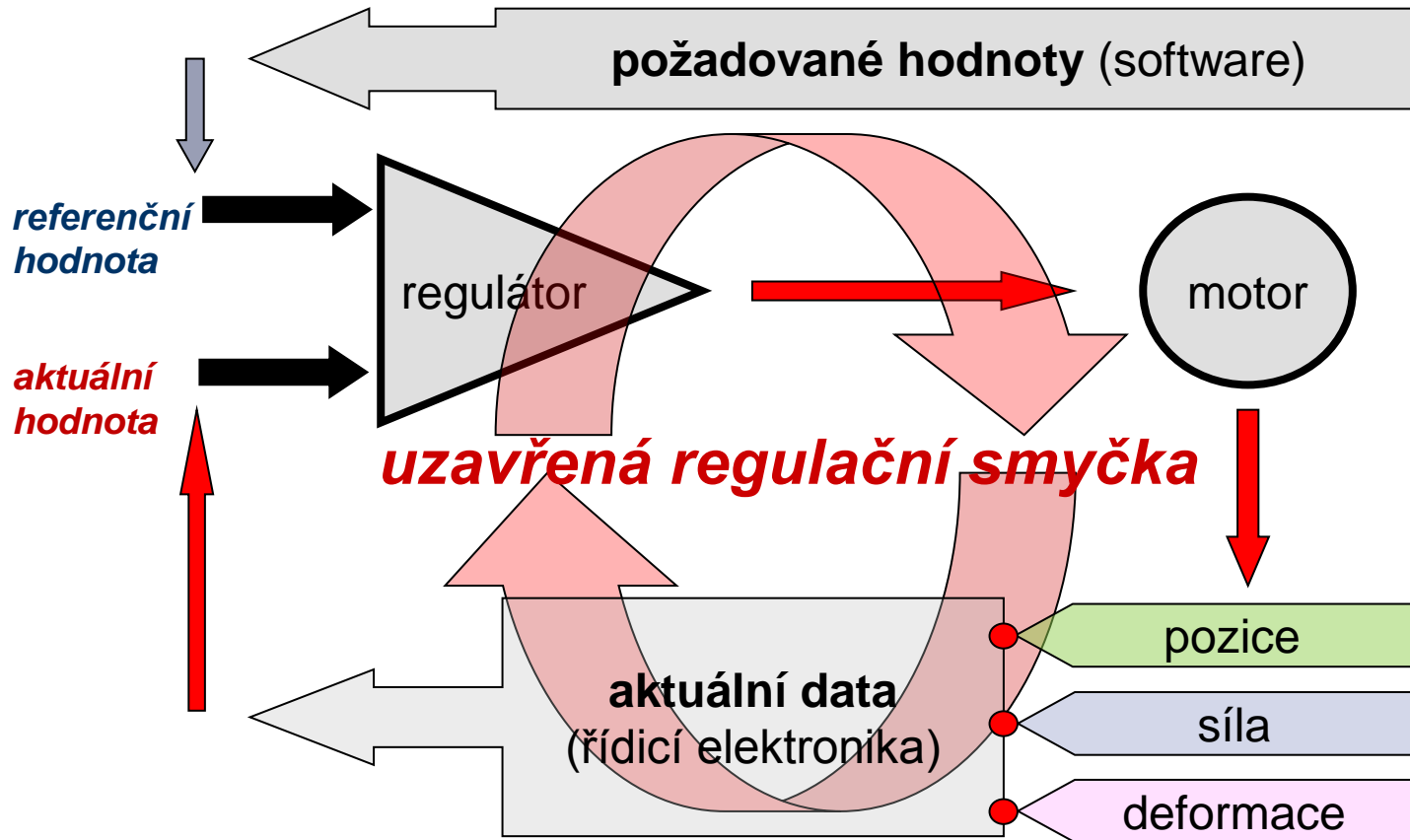


slitiny Al - A_t - A₅, plechy - r, * ocel s velmi výraznou R_{eH}



Podmínky zkoušení – s definovanou rychlostí

Každý způsob řízení vyžaduje specifickou parametrizaci



Podmínky zkoušení – s definovanou rychlostí

rychlost posuvu příčnicku

konstantní rychlost posuvu pohyblivé části zatěžovacího systému (mm/min.)

deformační rychlost (A1)

přírůstek deformace v čase měřený průtahoměrem na měřené délce vzorku L₀

deformační rychlost odhadnutá z rovnoběžné délky L_c (A2)

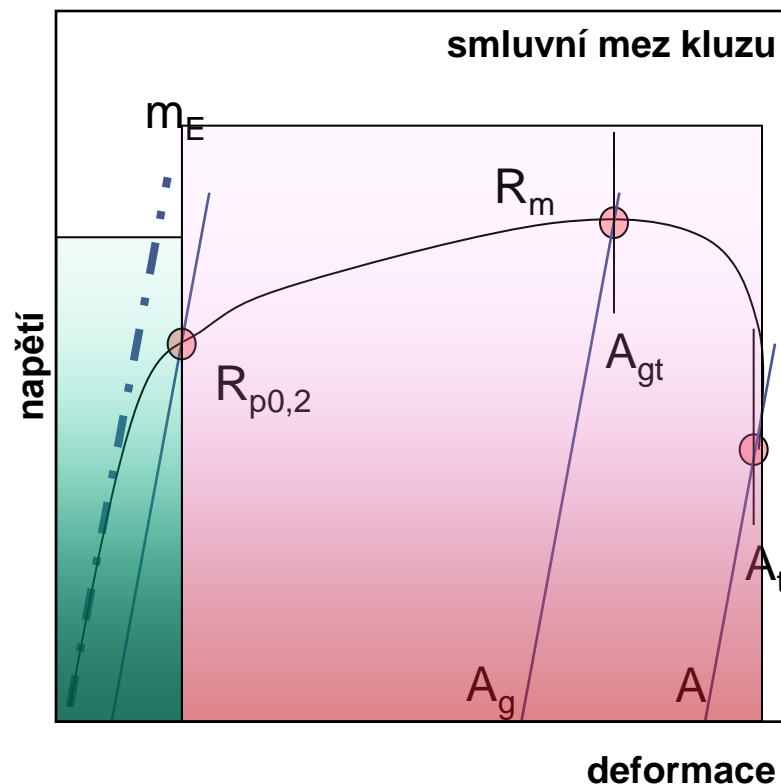
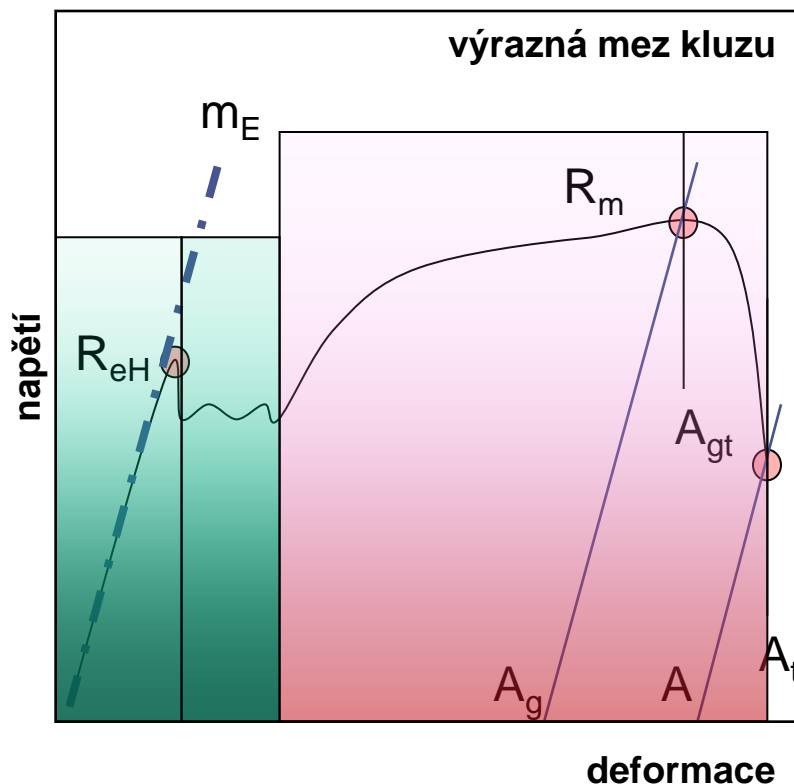
konstantní rychlost posuvu příčnicku (odhadnutá / vypočítaná)
(včetně zahrnutí vlivu samotné sestavy zkušebního systému)

napět'ová rychlost (B)

konstantní rychlost posuvu příčnicku (vypočítaná), aby byla splněna rychlost zatěžování na dosažení meze kluzu podle předpisu
(podle tahového modulu pružnosti E materiálu 2 – 20 MPa/s, 6 – 60 MPa/s)

Pevnostní a deformační charakteristiky:

R_{eH} $R_{p0,2}$ R_m A_g A_{gt} A_t $A_{xpl.}$ (A_5 , A_{10} , A_{80}), Z



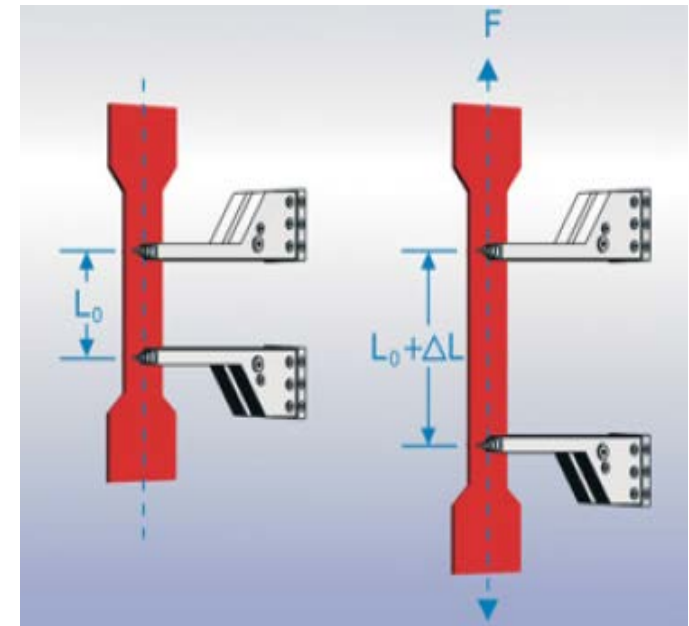
pásma rychlostí a způsob řízeného zatěžování

přechod z elastické do elasticko - plastické oblasti, další fáze: $(\Delta L/L_0)/t$ $(dL/L)/t - v \uparrow \downarrow$

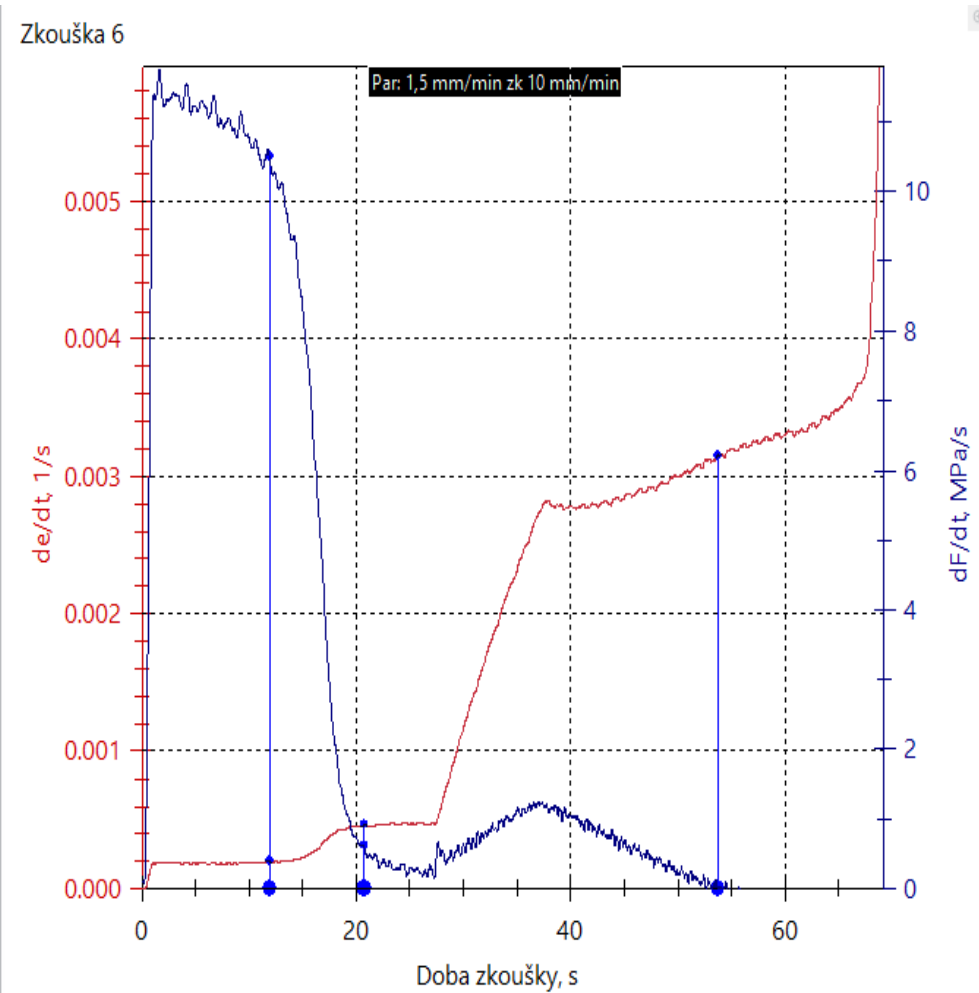
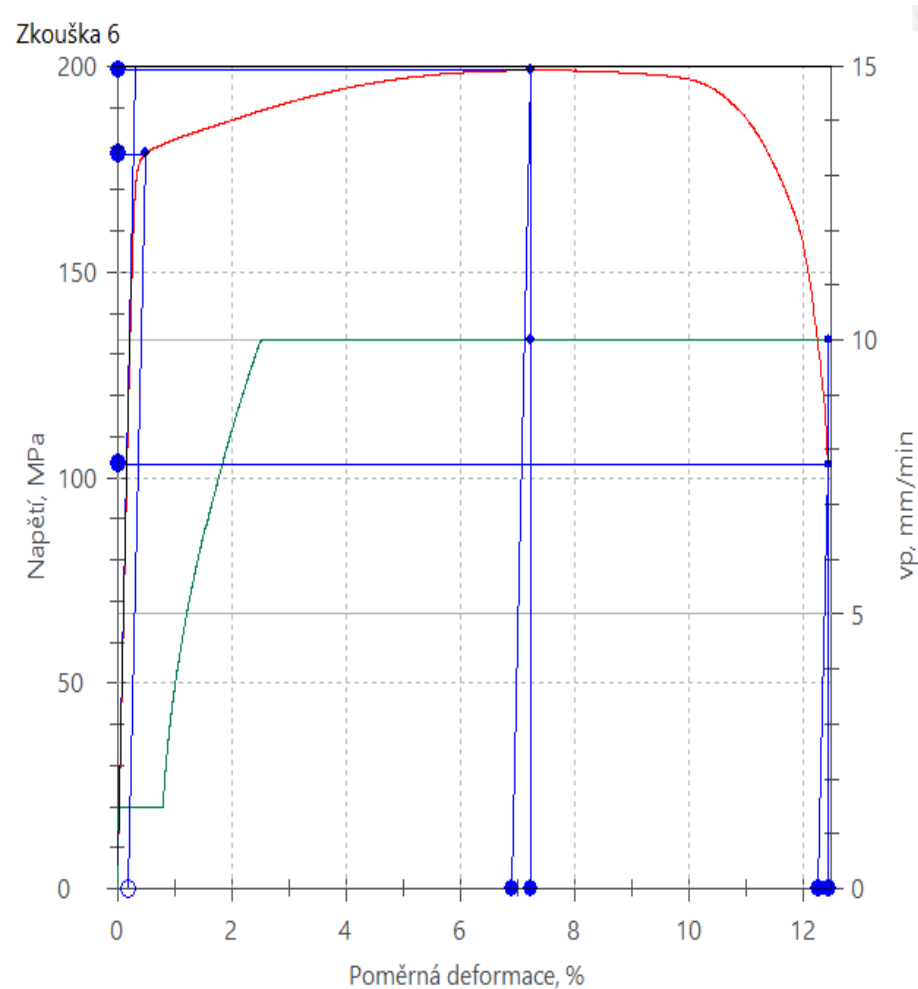
smluvní a diferenční poměrná deformace (*VUT Brno*)

vliv velikosti kroku (graf se smluvní poměrnou deformací - $\Delta L/L_0$)

i	dL/L0	Li	((dL/L0) ⁱ - (dL/L0) ⁱ⁻¹)	
			L(i - 1)	L(i-1)
0 (start)	0	100,00		
1	0,01	100,01	0,01000	0,01000
2	0,02	100,02	0,02000	0,01000
3	0,03	100,03	0,02999	0,01000
4	0,04	100,04	0,03999	0,01000
5	0,05	100,05	0,04998	0,01000
6	0,06	100,06	0,05997	0,01000
7	0,07	100,07	0,06996	0,00999
8	0,08	100,08	0,07994	0,00999
9	0,09	100,09	0,08993	0,00999
10	0,10	100,10	0,09991	0,00999
11	0,50	100,50	0,49950	0,39960
12	1,00	101,00	0,99502	0,49751

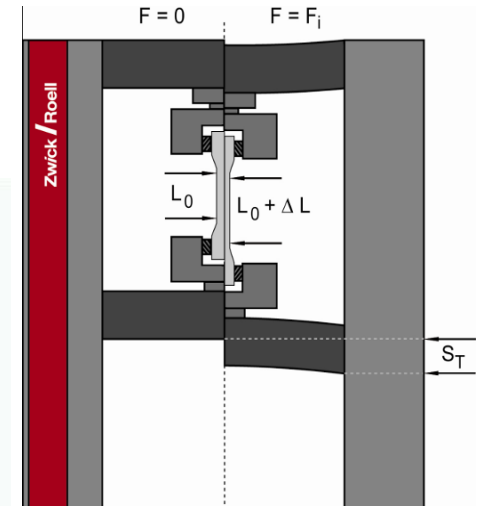
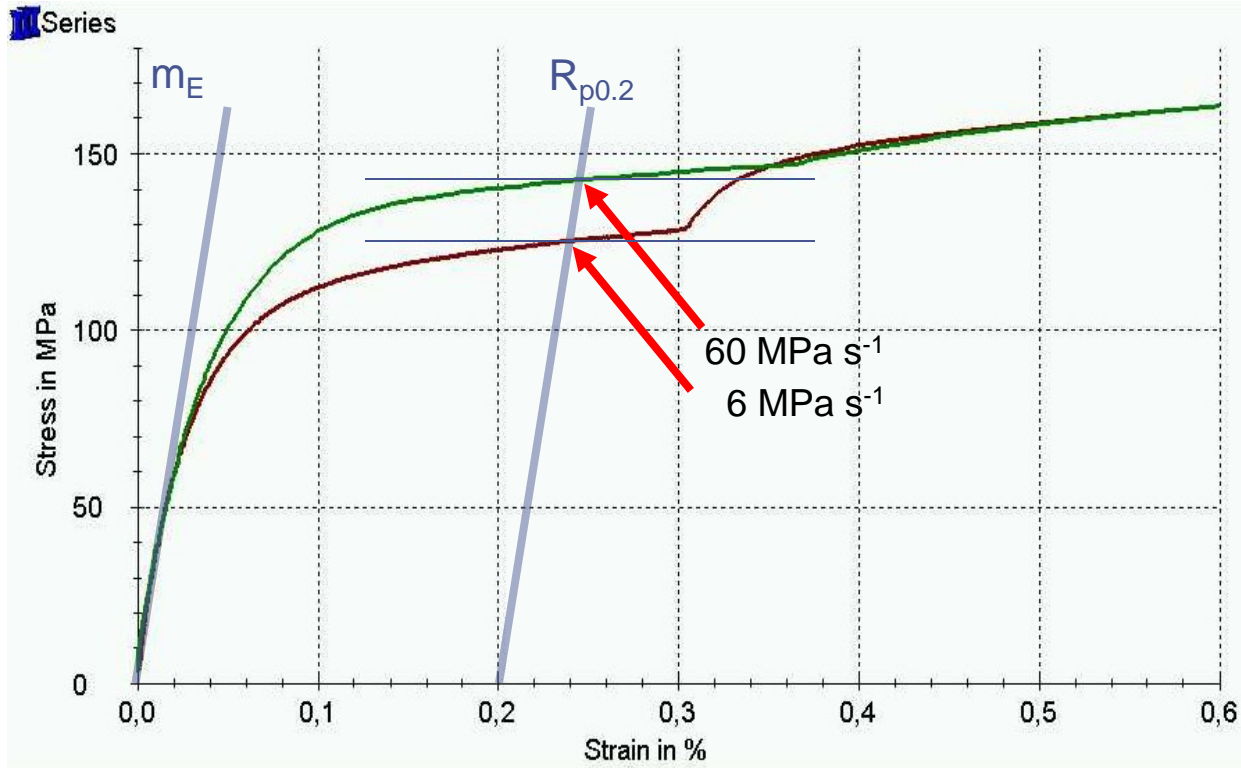


Konst. rychlost příčnicku [1,5 mm/min. do 1% ε , dál 10 mm/min.]

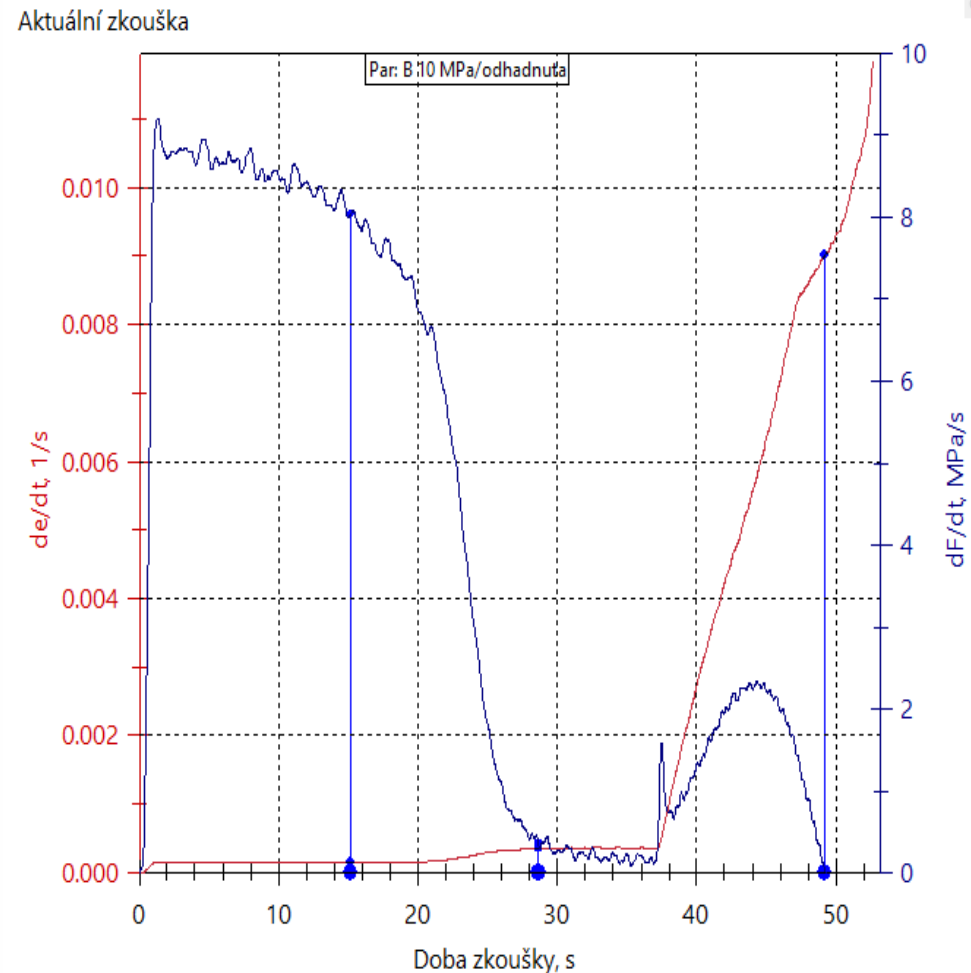
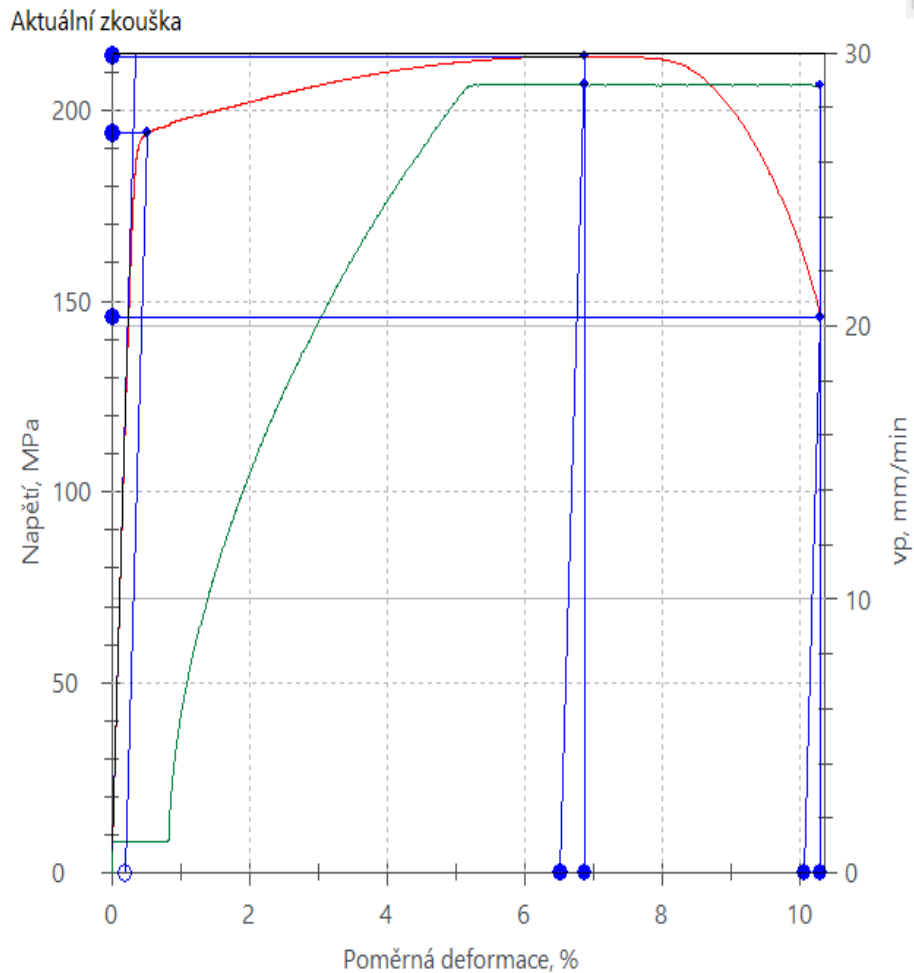


Vliv rychlosti zatěžování na mez kluzu (poddajnost zkušebního systému)

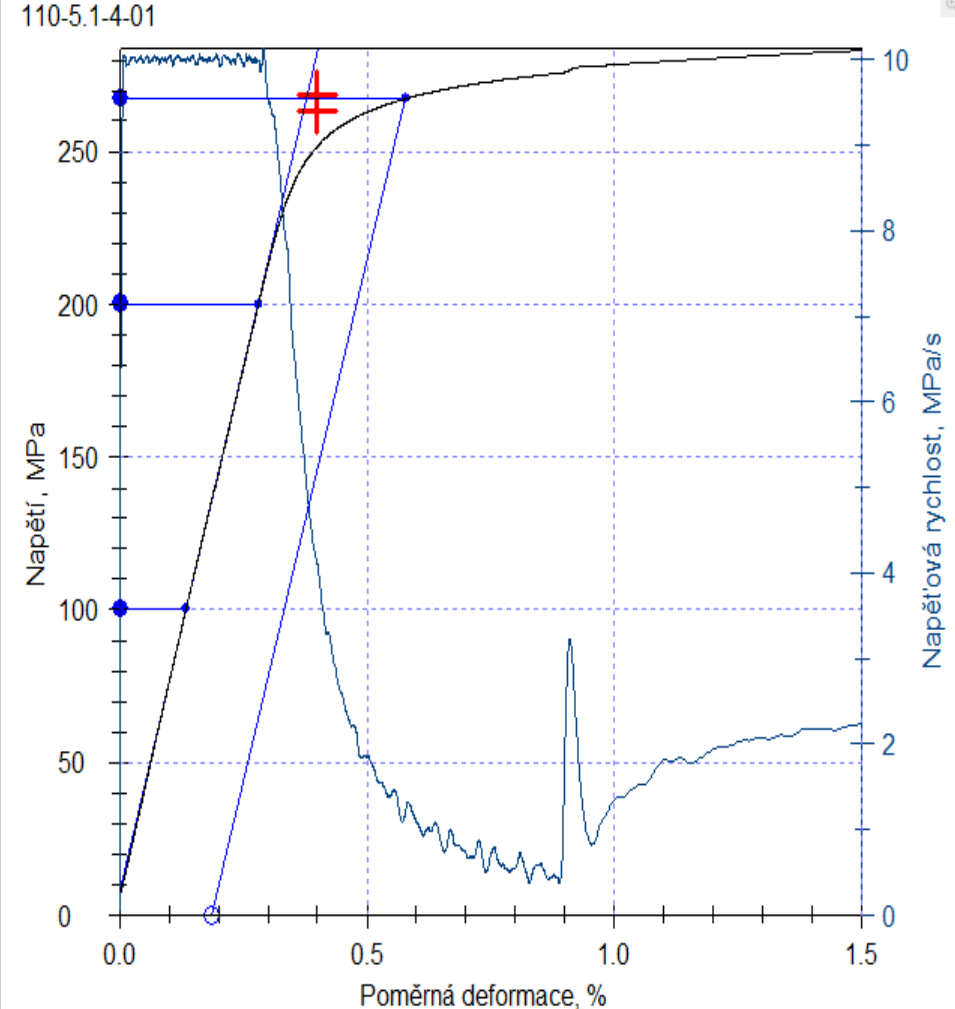
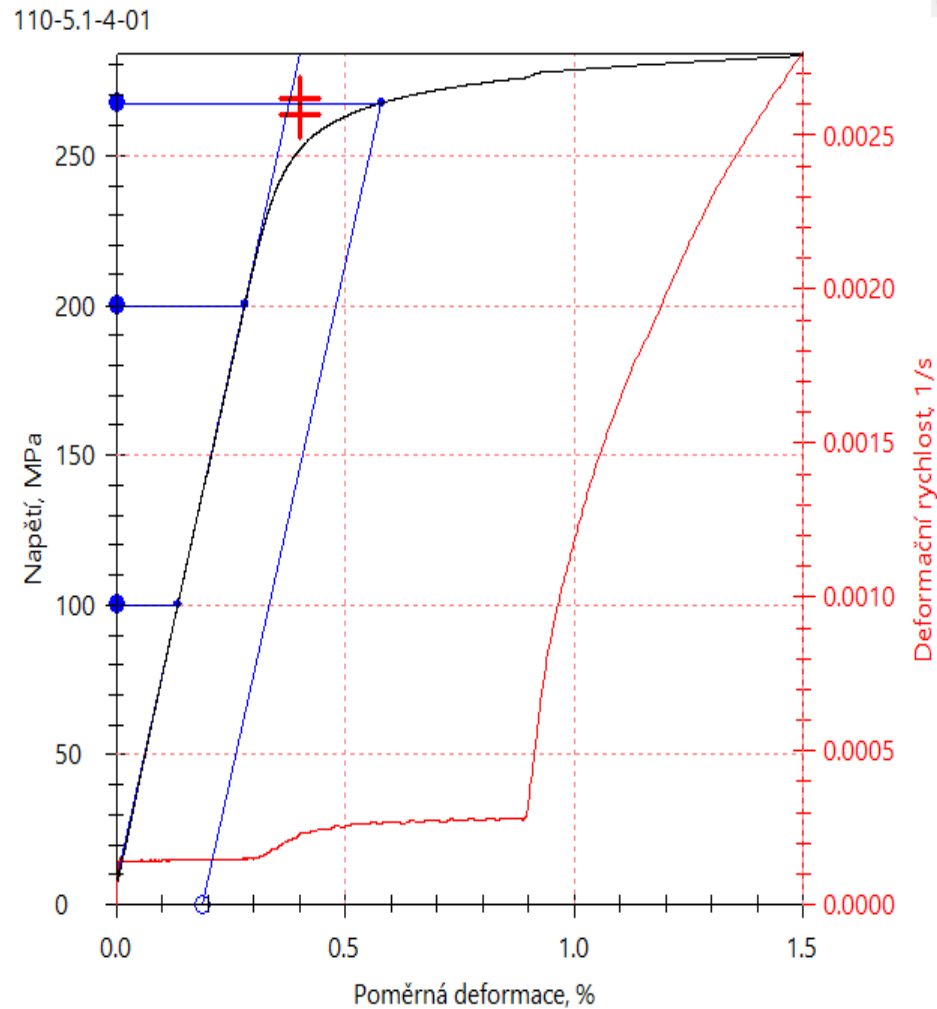
Diagram napětí - deformace



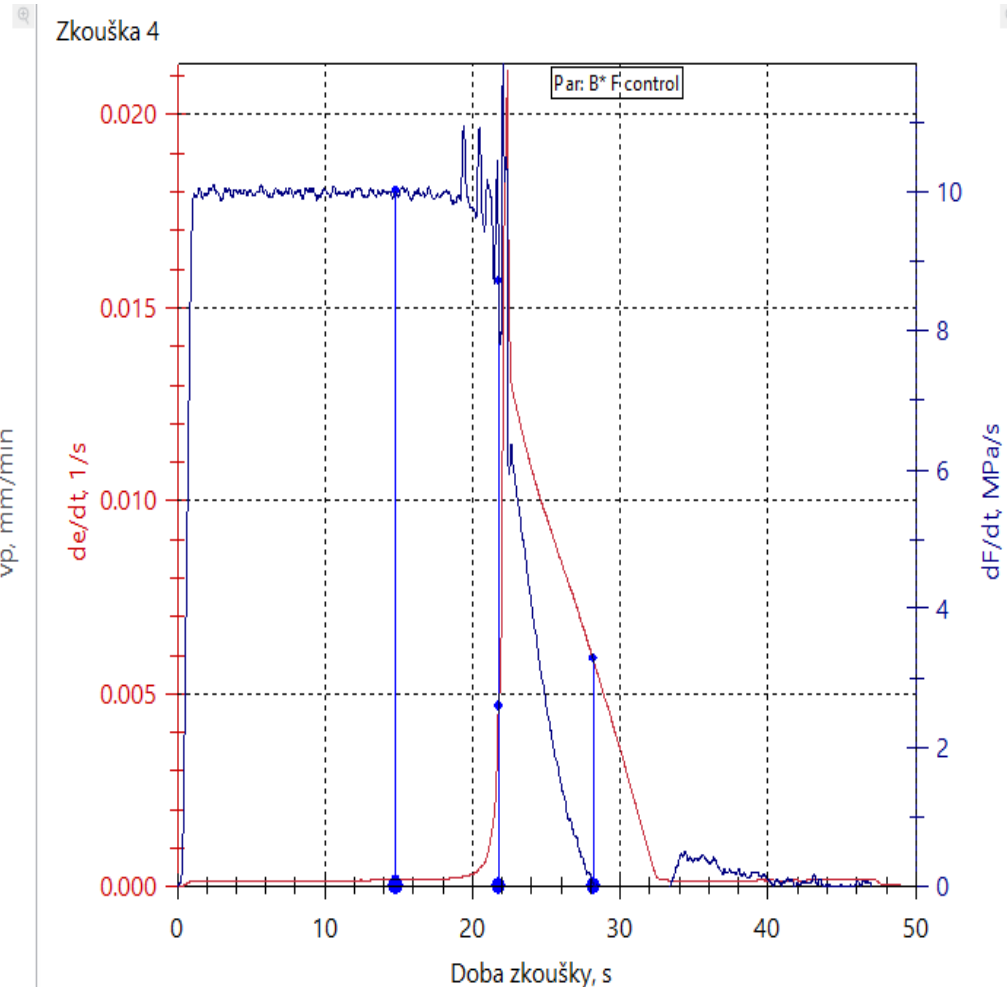
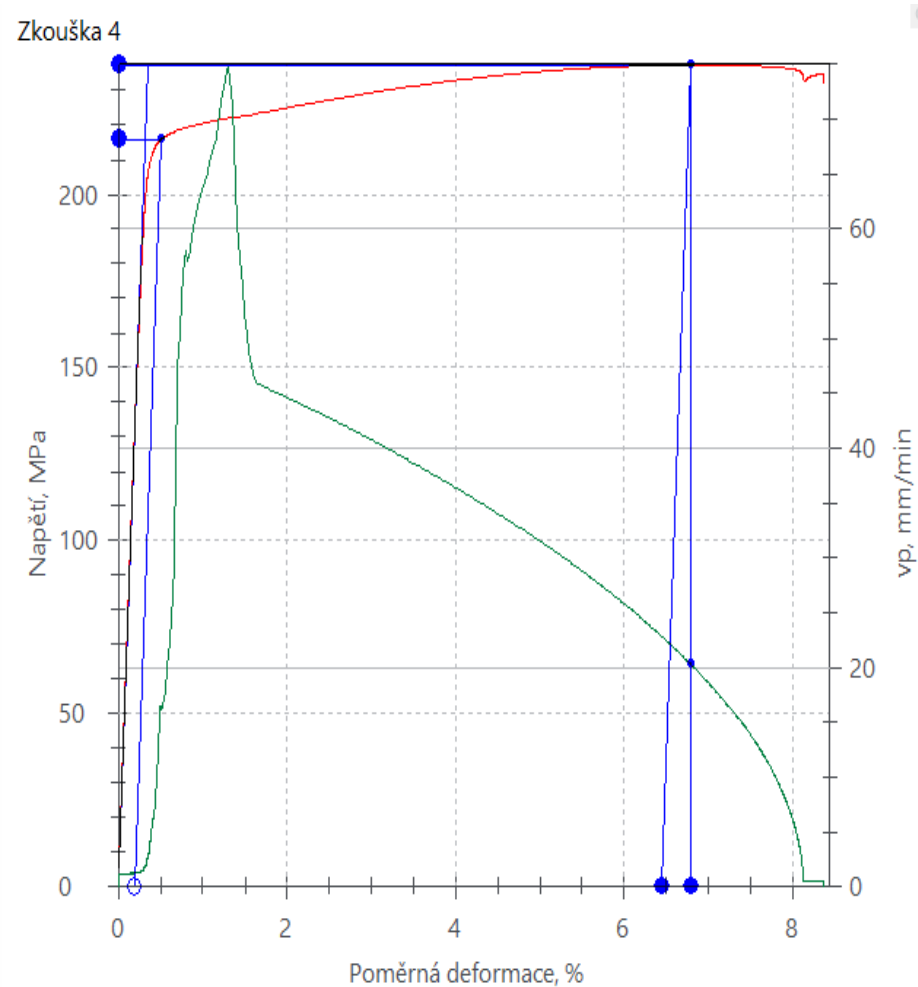
Metoda B (odhadnutá 10 MPa/s do 1% ε , dál 0,006 s⁻¹ /příčnick)



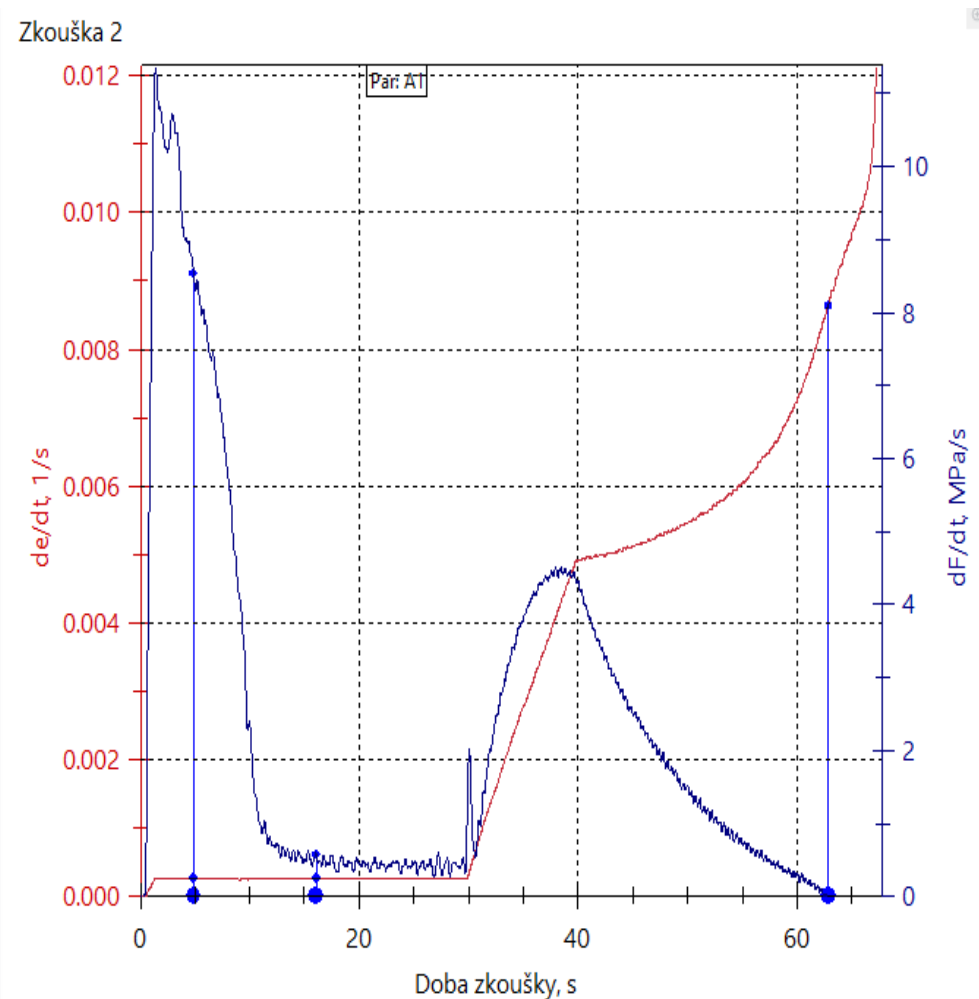
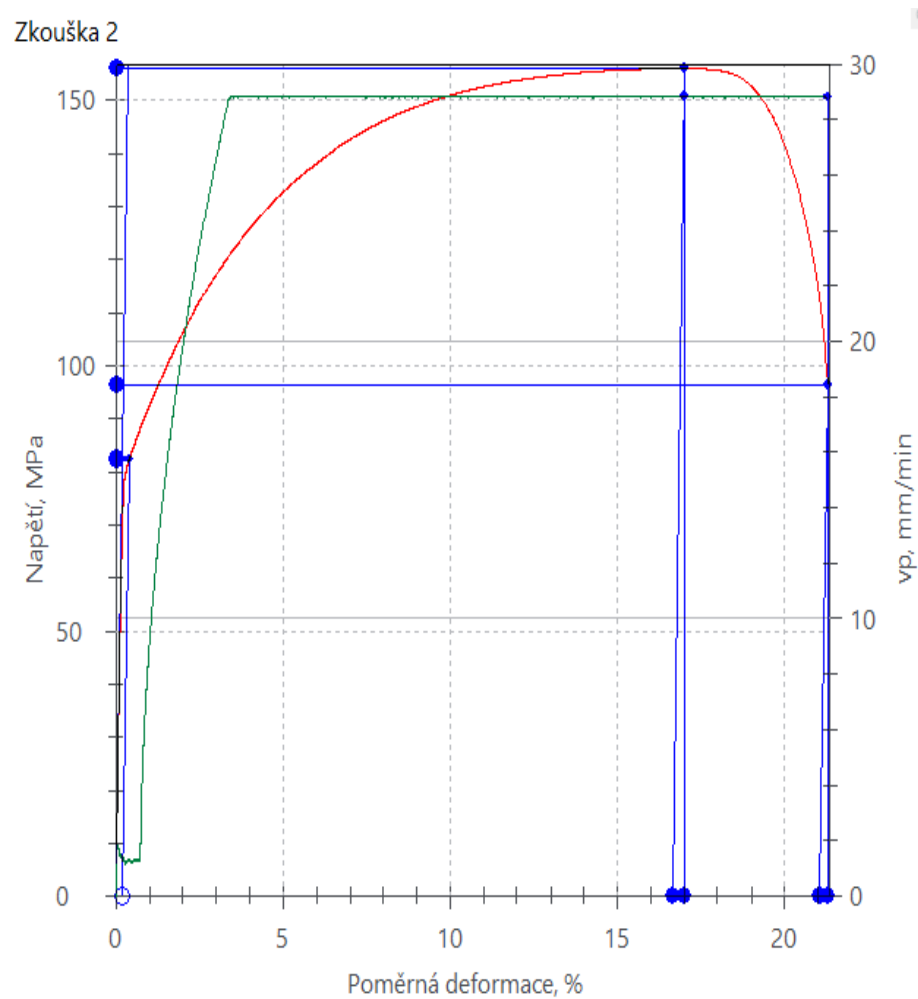
Metoda B (modifikovaná – $F_{reg.}$ v oblasti m_E)



Metoda B ($F_{\text{regulace}} 10 \text{ MPa/s}$ do $1\% \varepsilon$, dál $0,006 \text{ s}^{-1}$ /příčnick)

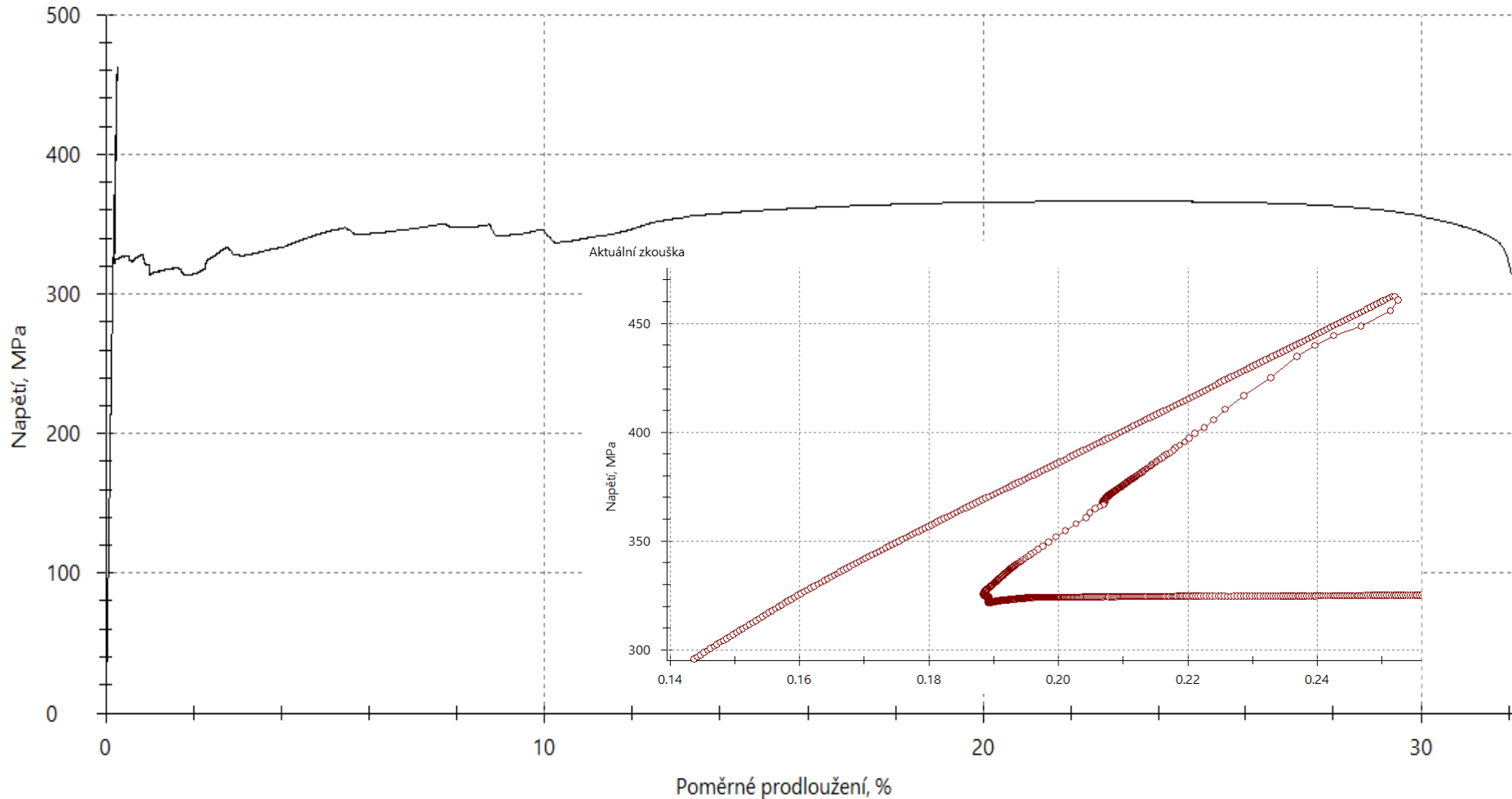


Metoda A1 (0,000 25 s⁻¹ /ext., do 1% ε, dál 0,006 s⁻¹ /příčnick)



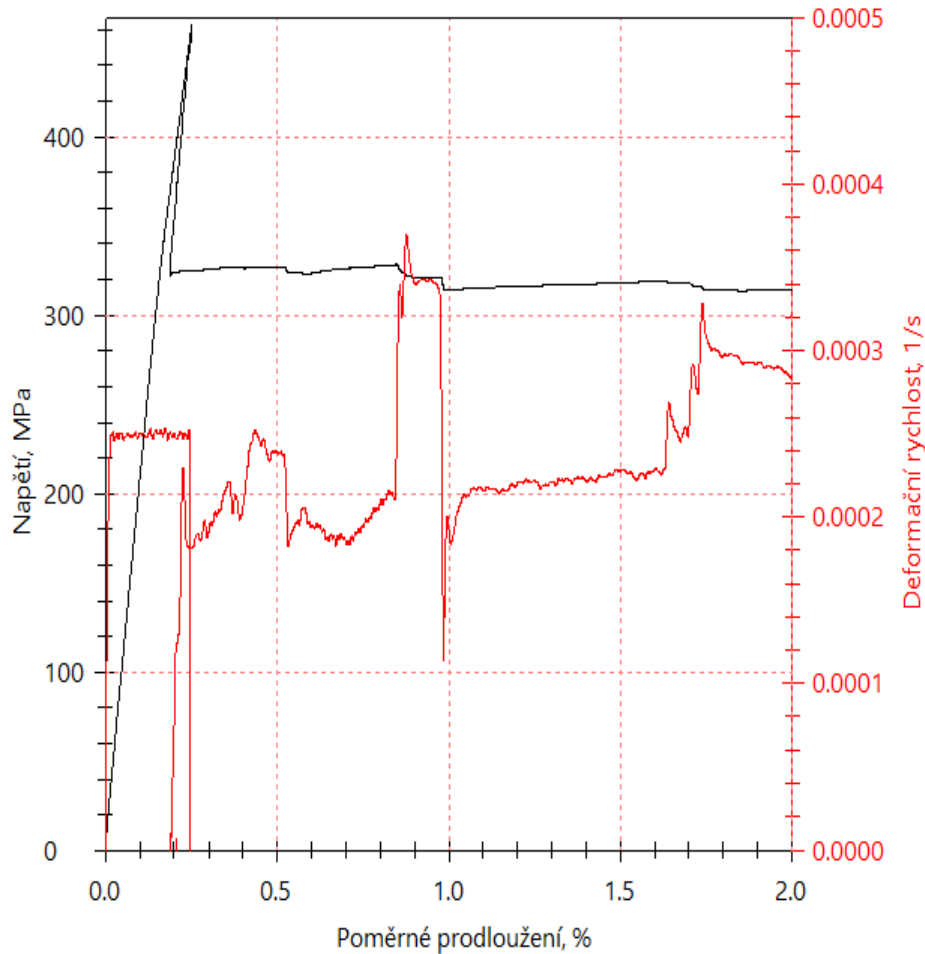
Metoda A1 – 0,000 25 s⁻¹ (? pro spojitý či nespojitý přechod e – e+pl)

Aktuální zkouška

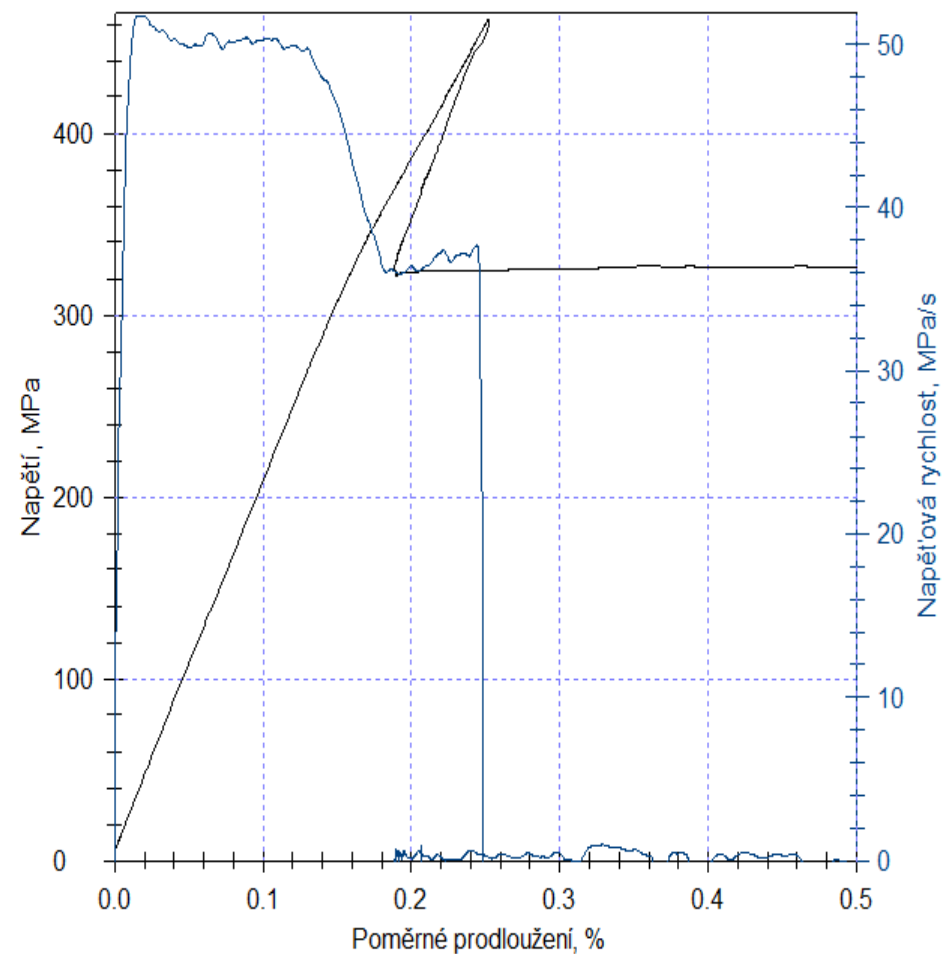


Metoda A1 – 0,000 25 s⁻¹

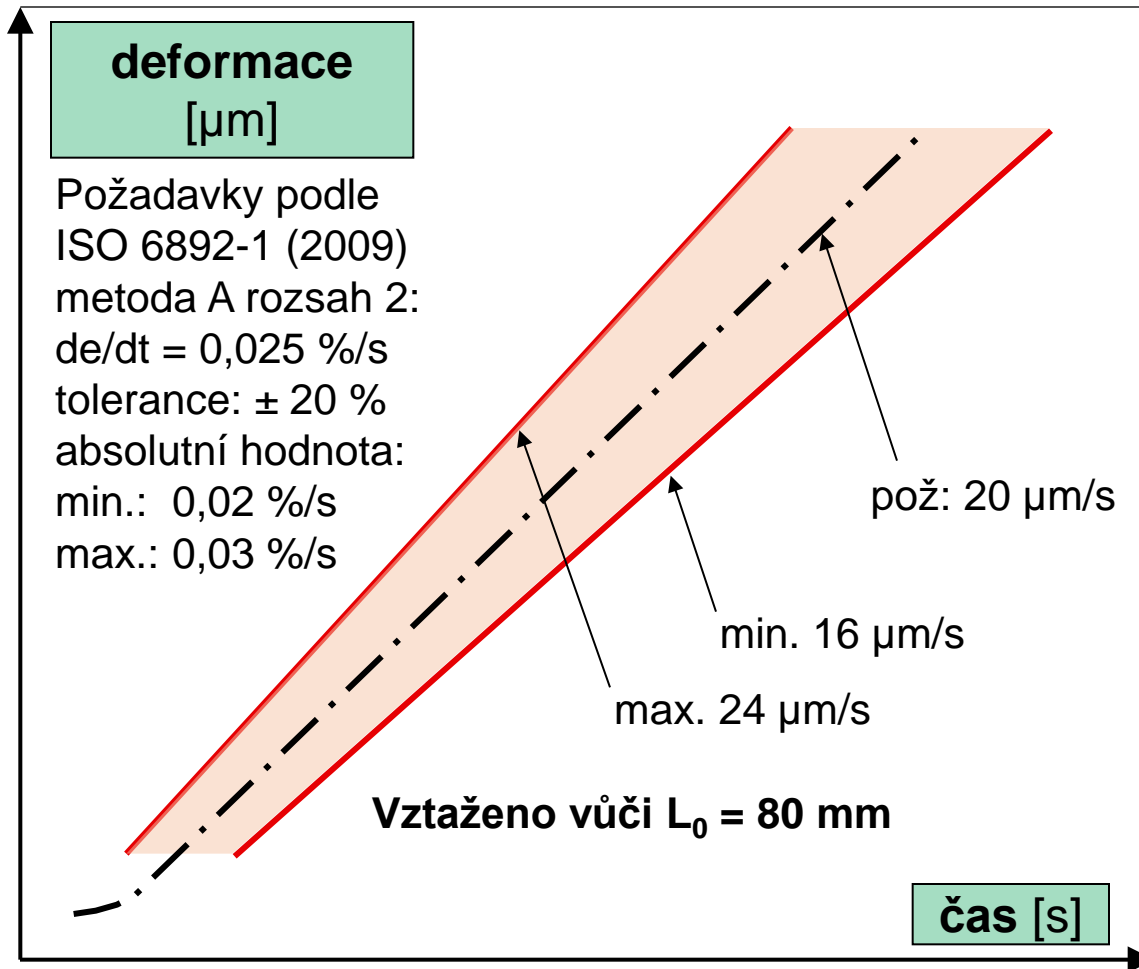
Aktuální zkouška



Aktuální zkouška



ISO 6892-1 A1 a tolerance přesnosti průtahoměrů

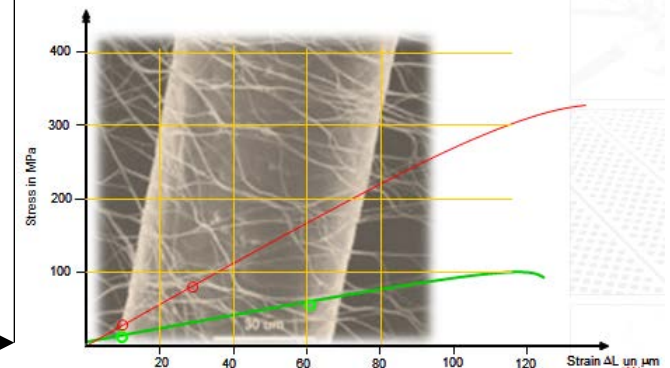


Při dosažení $R_{p0.2}$ je plastická složka deformace **$160 \mu\text{m}$** ;
pro $L_0 = 80 \text{ mm}$

Tloušťka lidského vlasu je **$40 - 95 \mu\text{m}$** .

Průtahoměry tř. 1 podle ISO 9513) musí měřit $300 \mu\text{m}$ s přesností **$< \pm 3 \mu\text{m}$** .

Extenzometry Zwick se kalibrují od **$20 \mu\text{m}$** .



Standard EN ISO 6892-1, 2016 dává na uvážení možnosti využití jednotlivých metod A a B

Metoda A1 využívá regulační smyčku prodloužení vzorku měřenou průtahoměrem

Metody A2 a B vycházejí z konstantní rychlosti posuvu příčnicku

* rychlost v mm/min. musí být odvozena vůči deformační rychlosti vzorku

* při konstantním posuvu příčnicku se lze vyhnout nespojitostem

* deformační a napěťovou rychlost nelze vždy srovnávat - $A \neq B$

Vliv poddajnosti zkušebního systému (lineární, nelineární) je podceňován

Konzervativní a pokročilejší přístup

* rozšíření o hodnocení tahového modulu pružnosti (precizní měření)

* smluvní diagram – L_0 , S_0 , A, Z

* komplexně řízené zkoušky σ^* , ε^* , definování $d\sigma^*/dt$; $d\varepsilon^*/dt$ (+ externí faktory)

Zkušební praxe

* kvalifikační a kvalitativní předpoklady

* přesné protokolování dat, hodnocení nejistot měření a validace software

Příspěvek

Stanislava Korčáka +420 603 237 410, sk@zwick.cz
ke zkoušení mechanických vlastností materiálů

s poděkováním, které patří

organizátorům akce, posluchačům

a mým učitelům a přátelům

Bohumilu Vlachovi, Jiřímu Manovi, Miloslavu Holzmannovi,
Miloslavu Jakobovi, Janu Wozniakovi,
Karin Hanak, Eduardu Schenuitovi