

9. Teplotní zkoušky skla (plochého)

Ploché sklo Float

Teplotní vztažné body plochého skla

Vztažný bod	Viskozita h [Pa.s]	Teplota t [°C]
Bod tavení	10^1	1542,5
Bod zpracování	10^3	1041,5
Littletonův bod měknutí	$10^{6,65}$	732,5
Deformační teplota	10^{10}	593,0
Horní chladicí teplota	10^{12}	556,0
Transformační teplota	$10^{12,3}$	545,0
Dolní chladicí teplota	$10^{13,5}$	480,0

tepelné vlastnosti plochého skla

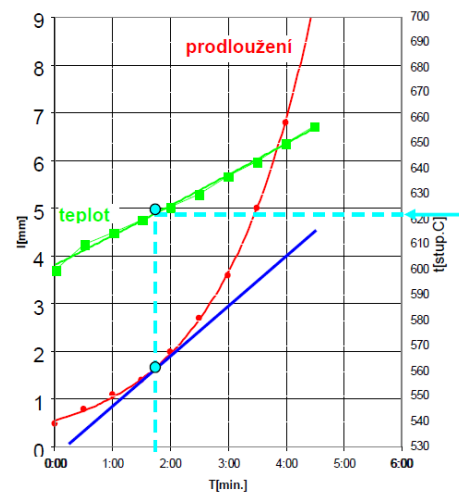
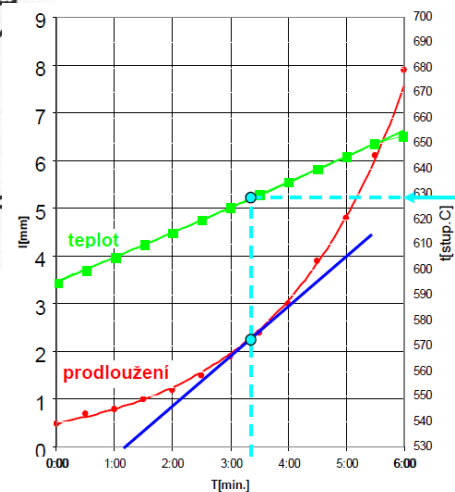
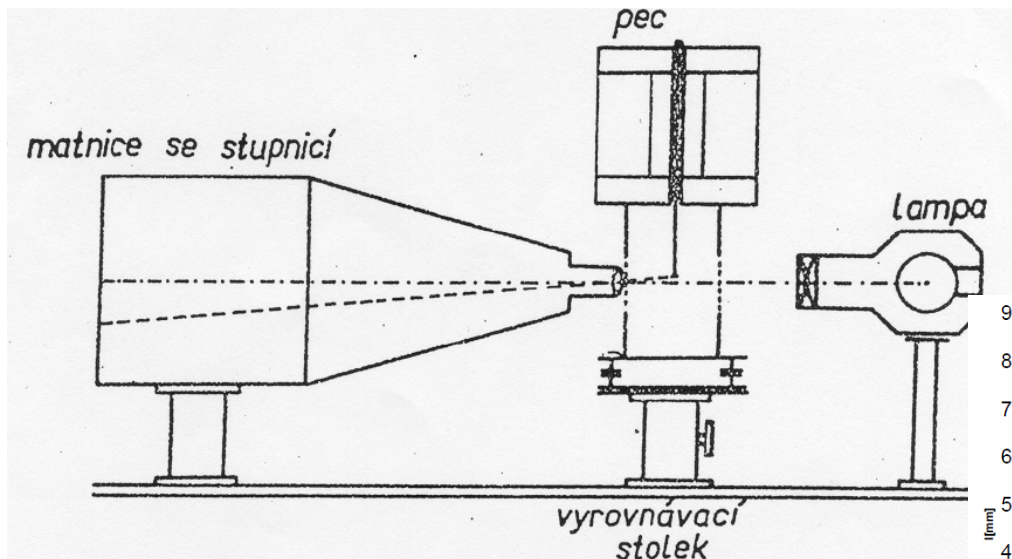
Vlastnost	Rozměr	Hodnota
Střední lineární součinitel teplotní roztažnosti $\alpha_{20-300K}$	[K ⁻¹]	$9,0 \cdot 10^{-6}$
Koeficient tepelné vodivosti	[W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	1,0
Odolnost k teplotnímu rázu	[K]	40
Měrné teplo při 23,9 °C	[kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	0,88

Ploché sklo typu float tloušťky 4 mm

Hmotnost skla	10kg/m ²	
Pevnost v tlaku	700-900N/mm ²	
Světelná propustnost	78%	
Součinitel tepelné vodivosti	0,8 W/(m.K)	
Součinitel prostupu tepla	5,8 W/(m ² .K)	
Roztažnost	$8 \cdot 10^{-6}$	1mm/m
Odolnost proti změnám teploty	80°C	
Rozměr zasklívací polodrážky do 2,5 m	20/12 mm	
Plocha tabule skla	1,4-2,4 m ²	
Rozměr skla	1,5/1,5 m	Výška domu 8m

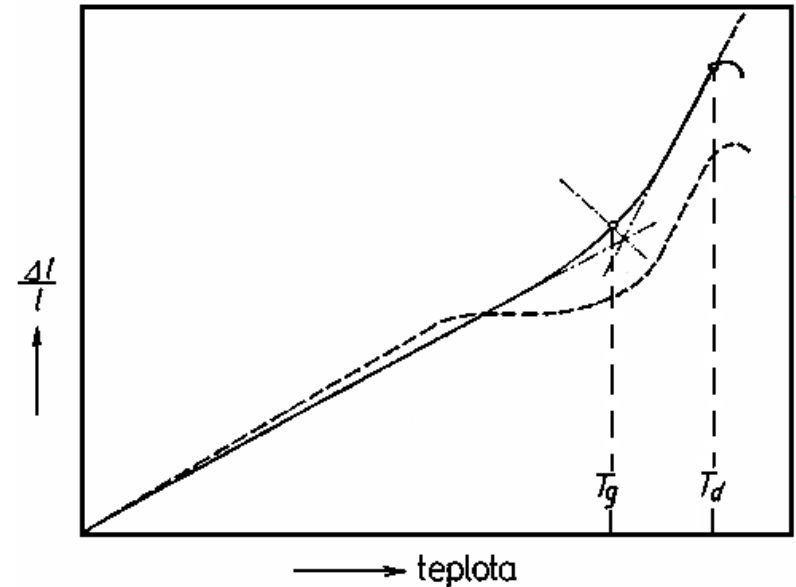
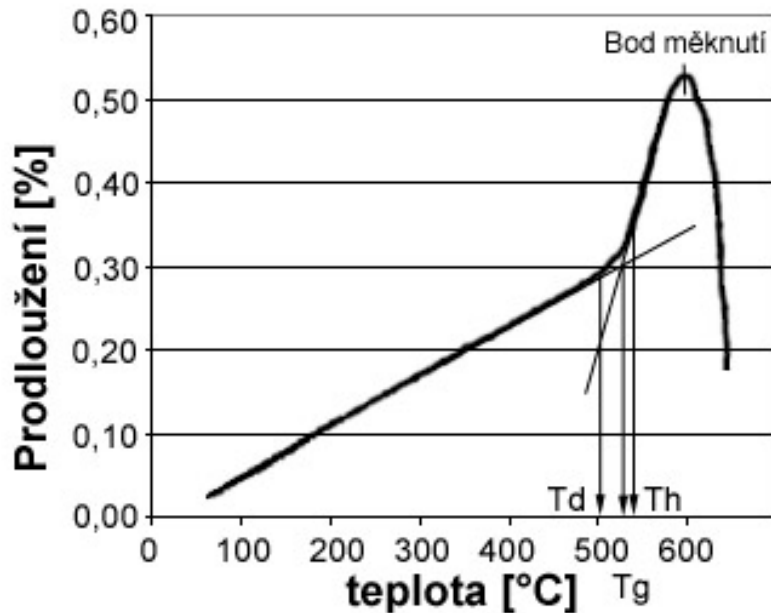
9.1. Stanovení bodu měknutí podle Littletona

- Posouzení zpracovatelnosti skloviny a kontrolní provozní metoda (např. odhalení odchylek ve složení skla),
- Stanovení rychlosti prodlužování skleněného vlákna - teplota, při které se vlákno délky 229 mm o průměru 0,55 až 0,75 mm zavěšené v peci a zahříváné rychlostí 4 až 6 °C.min⁻¹ prodlužuje působením vlastní tíhy rychlostí 1 mm.min⁻¹ = viskozita skloviny 10^{6,6} Pa.s



9.2. Deformační teplota (měknutí), horní, dolní a transformační teplota

- Termodilatometrická zkouška.

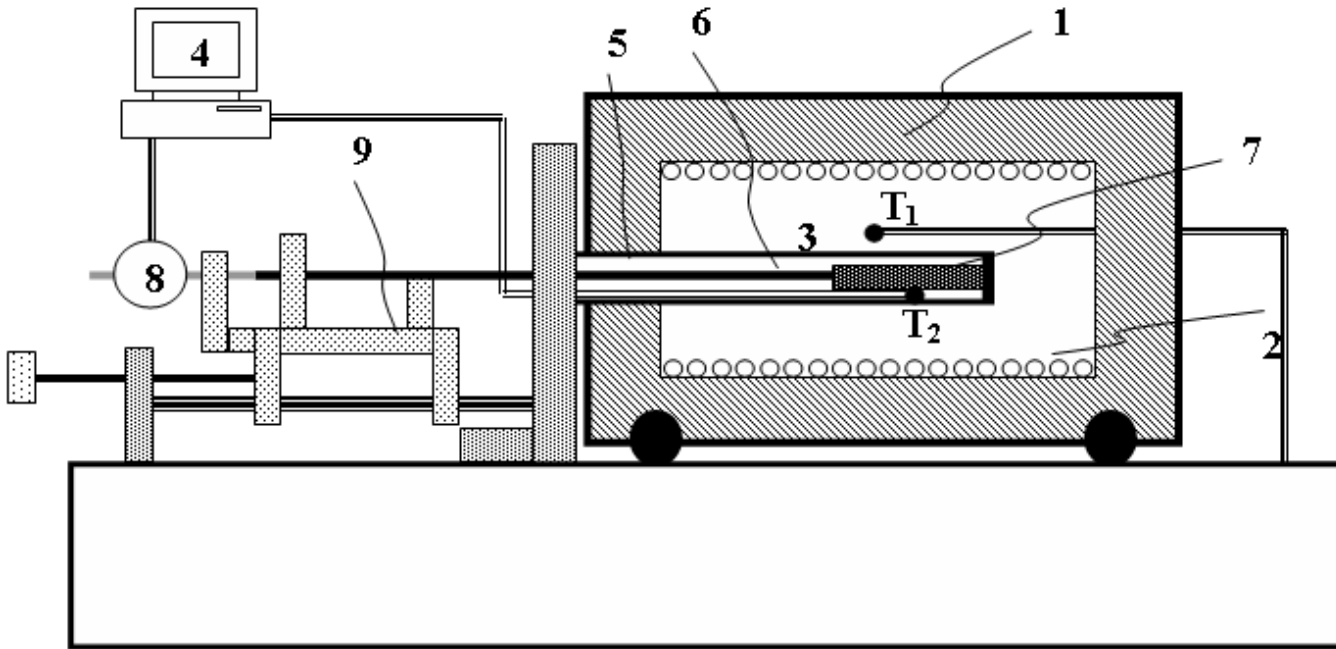


Bod měknutí (softening point - T_m)...cca. 30 °C nad T_g , deformace skla vlastní vahou
Horní chladicí teplota (annealing point – T_h)...může být odstraněno vnitřní pnutí po 15 min.

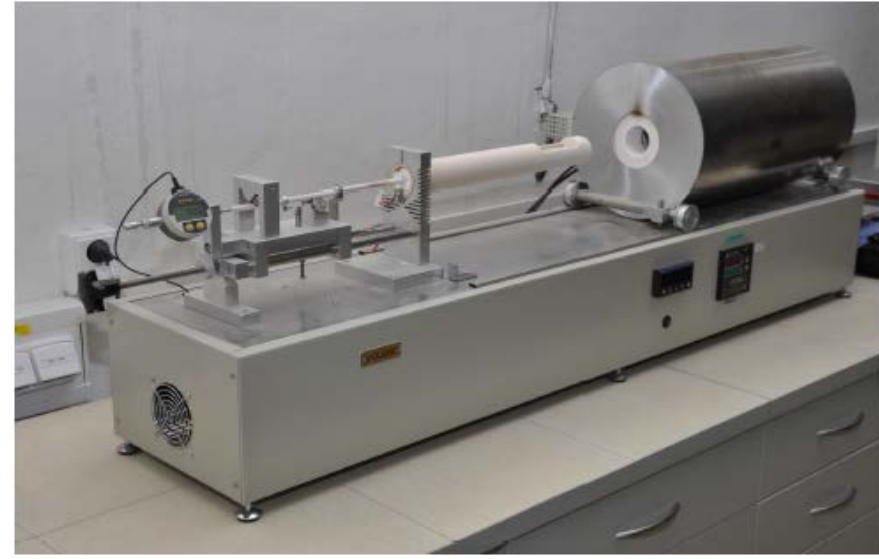
Dolní chladicí teplota (strain point- T_d)...za 15 minut e sníží vnitřní pnutí na 10 %.

Transformační teplota (glass transition temperature... T_g)...uprostřed transformačního intervalu.

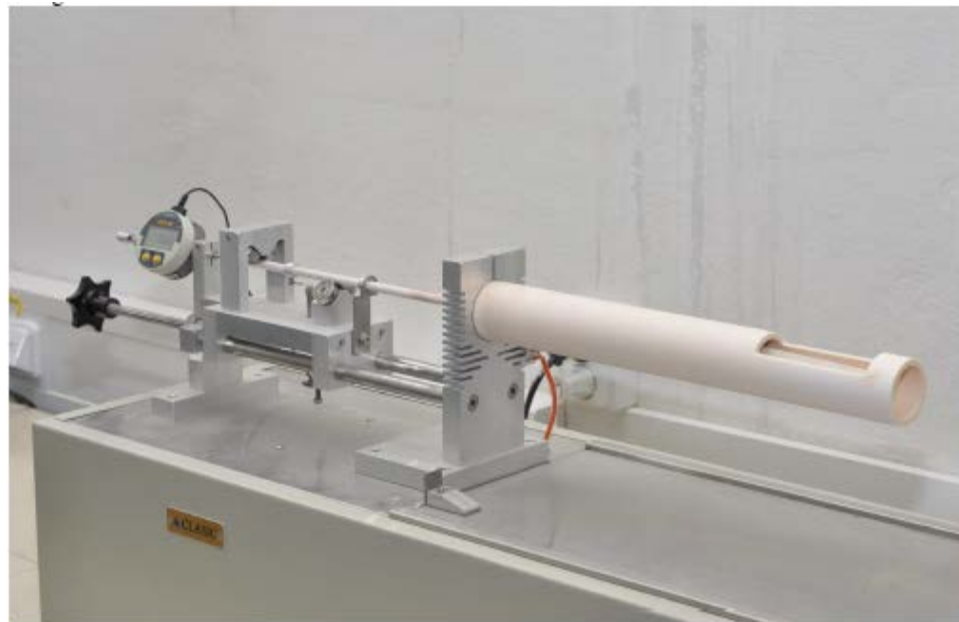
Teplotní dilatometr - schéma

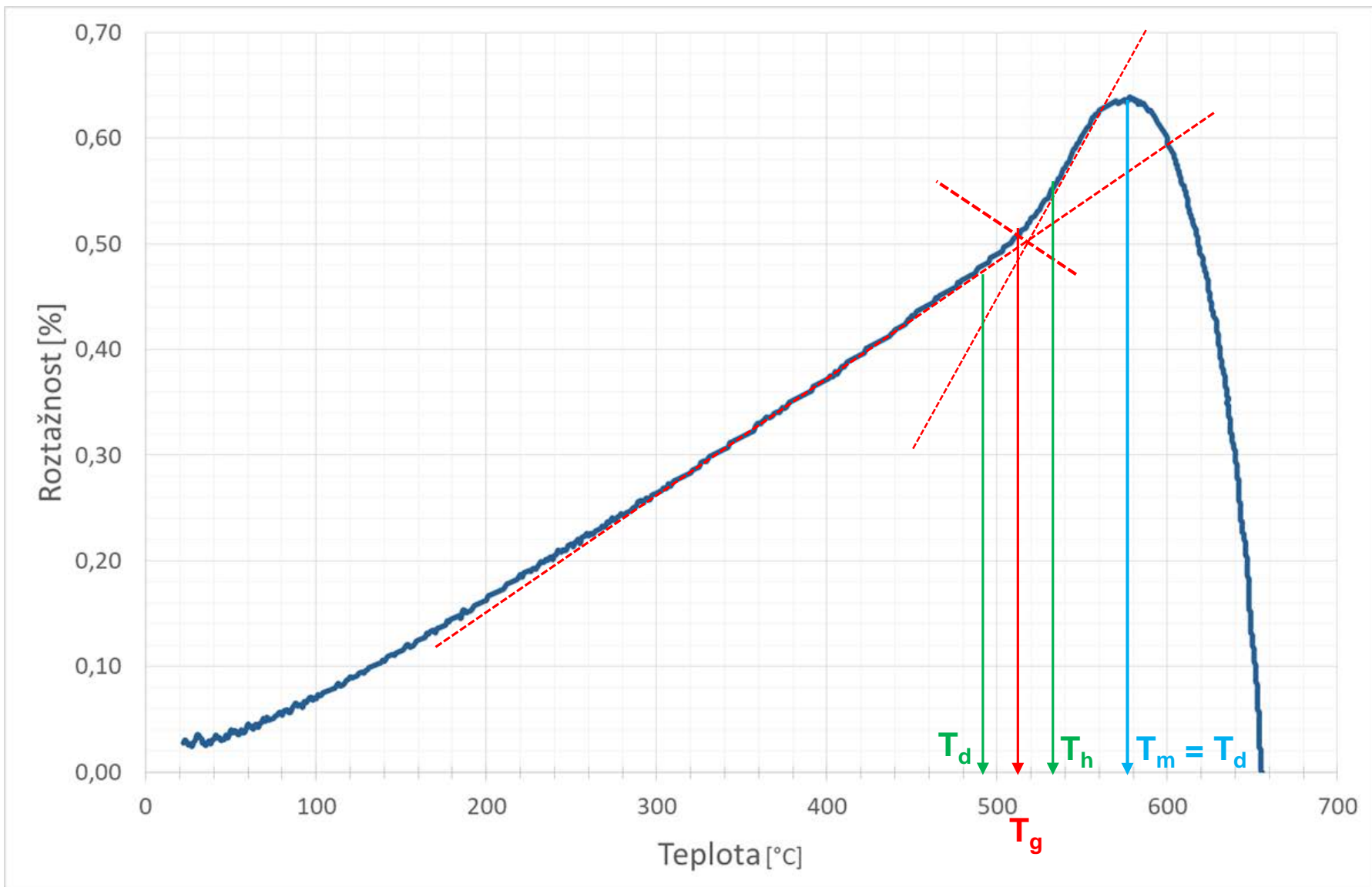


- Legenda :
- T1 Regulační termočlánek
 - T2 Měřicí termočlánek
 - 1 Plášť pece s vnitřní izolací
 - 2 Topná spirála
 - 3 Konstrukce pro uložení měřeného vzorku
 - 4 Počítač
 - 5 Prostup v boku pece
 - 6 Keramická přenosová kontaktní tyčinka
 - 7 Proměřovaný vzorek
 - 8 Měřicí zařízení
 - 9 Nosná konstrukce
 - 10 Masivní podstavec



Teplotní dilatometr Clasic – 1500 °C – regulace TEMP, DELAY, RAMP





Termodilatometrická křivka reálného plochého skla float – grafické stanovení T_d , T_h , T_g a T_m (T_d)

9.3 Délková teplotní roztažnost

- KTR – termodilatometrická analýza.
- Možno i výpočtem z chemické analýzy.

$$\alpha_{\text{stř}} = \frac{1}{l} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta T} \quad (^\circ\text{C}^{-1}), \text{ nebo } (\text{K}^{-1})$$

M1:Temp	M1:time	M1:Dm	M1:alfa(3	M1:Dm-Dt	M1:(Dm-Dt)/Lo	
300	3717	-43	8,52E-06	79,3	2,64E-03	0,26
301	3722	-43	8,51E-06	79,53	2,65E-03	0,27
302	3728	-43	8,51E-06	79,76	2,66E-03	0,27
303	3734	-43	8,51E-06	80	2,67E-03	0,27
304	3744	-43	8,57E-06	80,73	2,69E-03	0,27
305	3757	-43	8,50E-06	80,47	2,68E-03	0,27
306	3773	-43	8,50E-06	80,7	2,69E-03	0,27
307	3778	-43	8,62E-06	81,94	2,73E-03	0,27
308	3786	-43	8,50E-06	81,17	2,71E-03	0,27
309	3791	-43	8,55E-06	81,91	2,73E-03	0,27
310	3796	-43	8,61E-06	82,65	2,75E-03	0,28
311	3804	-43	8,61E-06	82,88	2,76E-03	0,28

Obr.4.4-1: různá teplotní roztažnost



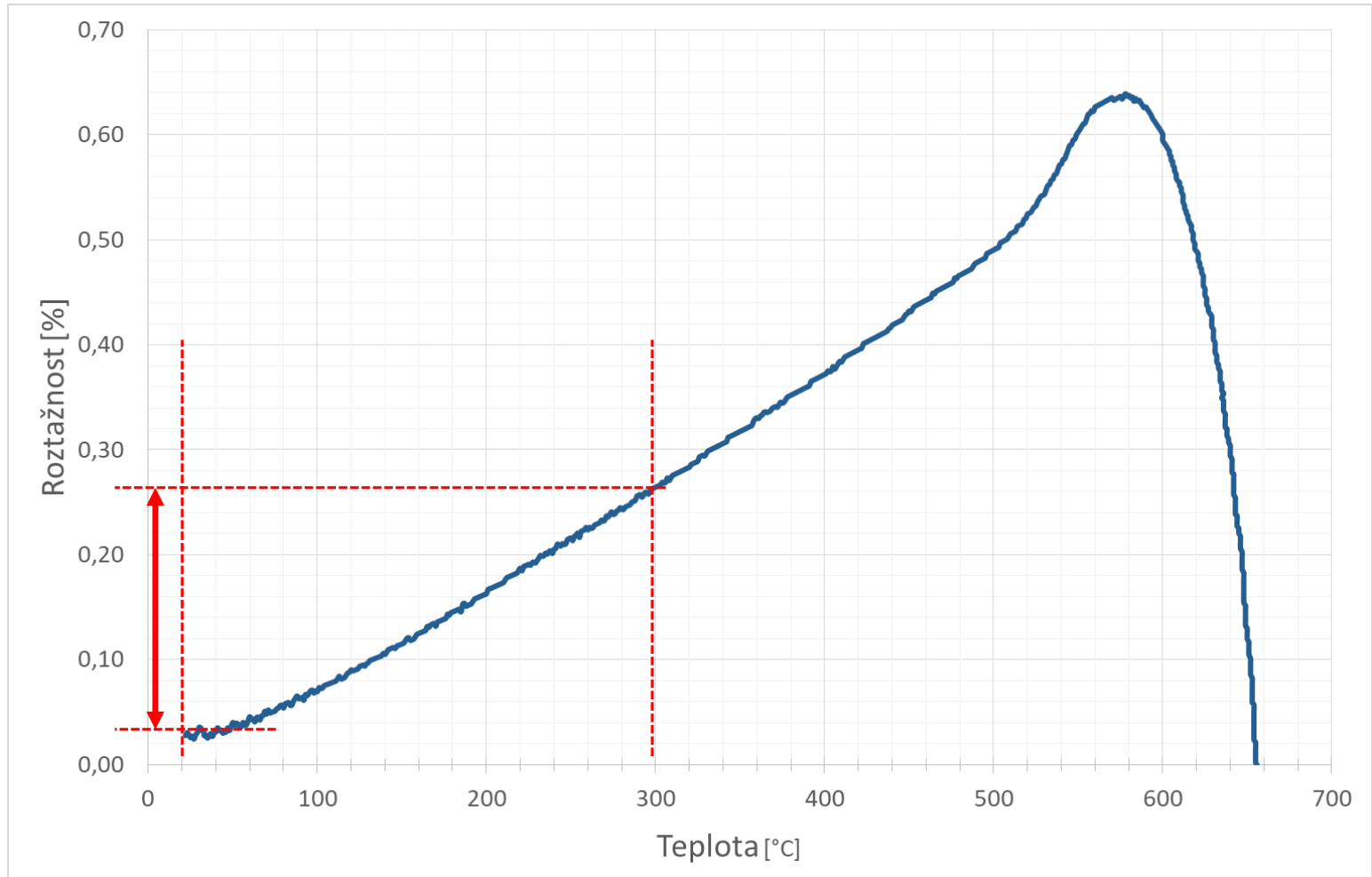
Obr.4.4-2: stejná teplotní roztažnost



Tabulka 1tr z [2] délkové roztažnosti některých skel.

Druh skla	$\alpha_{20-300} \cdot 10^{-7}$
Český křišťál (sodnodraselný)	90 - 96
Ploché a obalové sklo	80 - 90
Unihost	98
Teploměřové sklo PN	82
Simax (Pyrex)	33
E-sklo (Eutal)	52
Křemenné sklo	6,7

- $KTR_{20-300\text{ }^{\circ}\text{C}} = 8,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (x varná skla – tzv. 3.3 skla: KTR $3,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)
- $l_0 = 30 \text{ mm}$



9.4 Odolnost skla k teplotnímu rázu

- Schopnost skla odolávat bez porušení náhlým výkyvům teploty.
- Obecně závisí na délkové teplotní roztažnosti.

$$\Delta T = \frac{10\,000}{\alpha \cdot 10^7}$$

ΔT ... teplotní odolnost pro tloušťku stěny 1 mm (K),

α_{20-300} ... součinitel délkové teplotní roztažnosti v teplotním intervalu 20 – 300 °C (K-1)