

Návrh na účinky požáru

Navrhování konstrukcí z korozivzdorných ocelí

27. září 2017

Fakulta stavební ČVUT v Praze

Kapitola 8 *Příručka pro navrhování konstrukcí
z korozivzdorné oceli*

Konstrukce z k. ocelí vyžadující požární odolnost

- Stěny odolné výbuchům a požárům, dekorační stěny, vrata
- Ubytovací jednotky
- Lávky
- Kabelové lávky a žebříky
- Podpory a závěsy potrubí
- Tlakové nádoby
- Zásobníky

Návrh na účinky požáru

Při stanovení požární odolnosti prvku je nezbytné
zohlednit:

- Tepelné vlastnosti při zvýšené teplotě
- Mechanické vlastnosti při zvýšené teplotě
- Stanovení požární odolnosti konstrukcí

Příručka uvádí méně konzervativní postup stanovení požární odolnosti než
postup uvedený v Eurokódu 3 (postupy jsou uvedeny v EN 1993-1-2)

Výpočet vývoje teploty

Nechráněný ocelový prvek: nárůst povrchové teploty $\Delta\theta_t$ (°C) v čase Δt (sec):

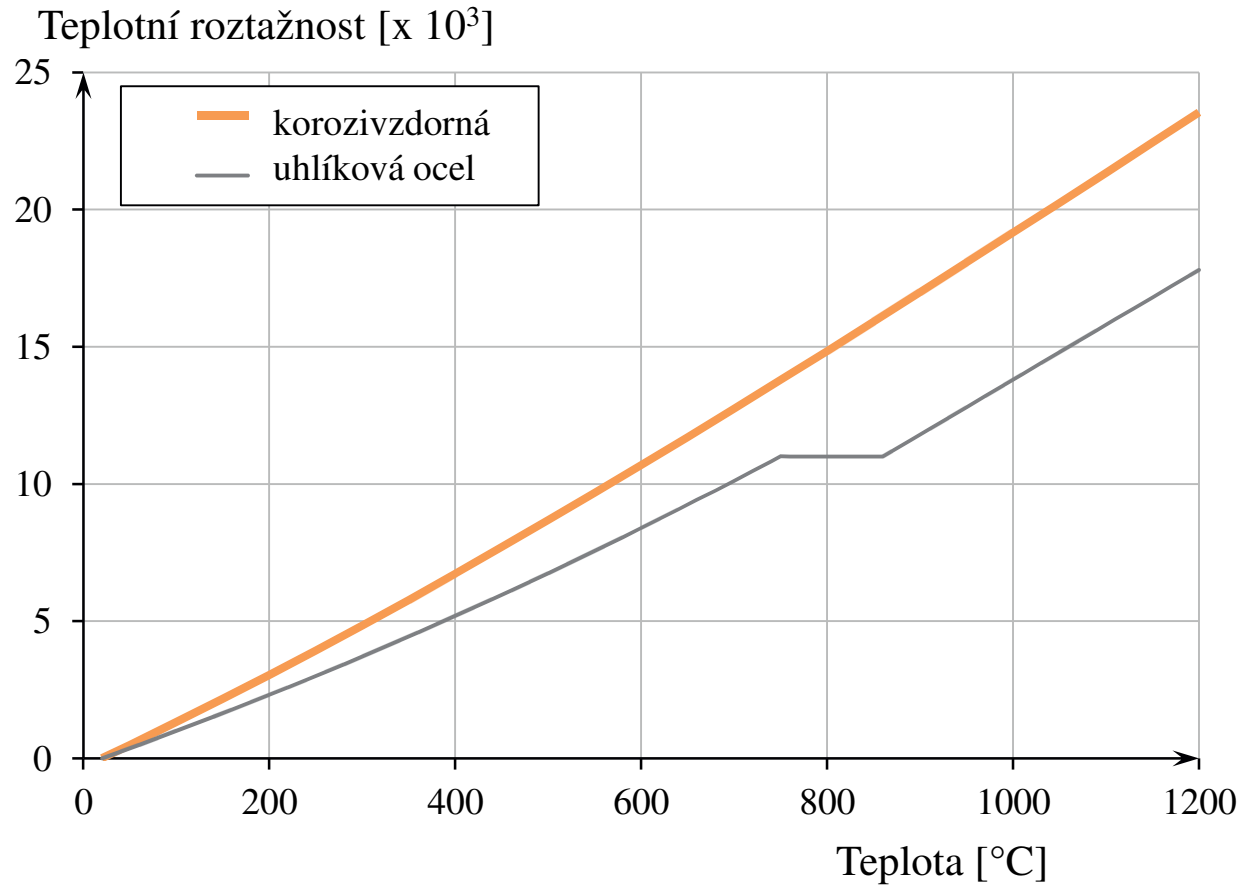
$$\Delta\theta_t = \frac{A_m/V}{c \rho} \dot{h}_{\text{net,d}} \Delta t$$

tepelná pohltivost: $\dot{h}_{\text{net,d}} = \dot{h}_{\text{net,c}} + \dot{h}_{\text{net,r}}$
(dle EN 1991-1-2)

c měrné teplo [J/kgK]
 ρ hustota [kg/m³]
 A_m/V součinitel průřezu [m⁻¹]

Korozivzdorná ocel je téměř vždy navrhována jako nechráněná

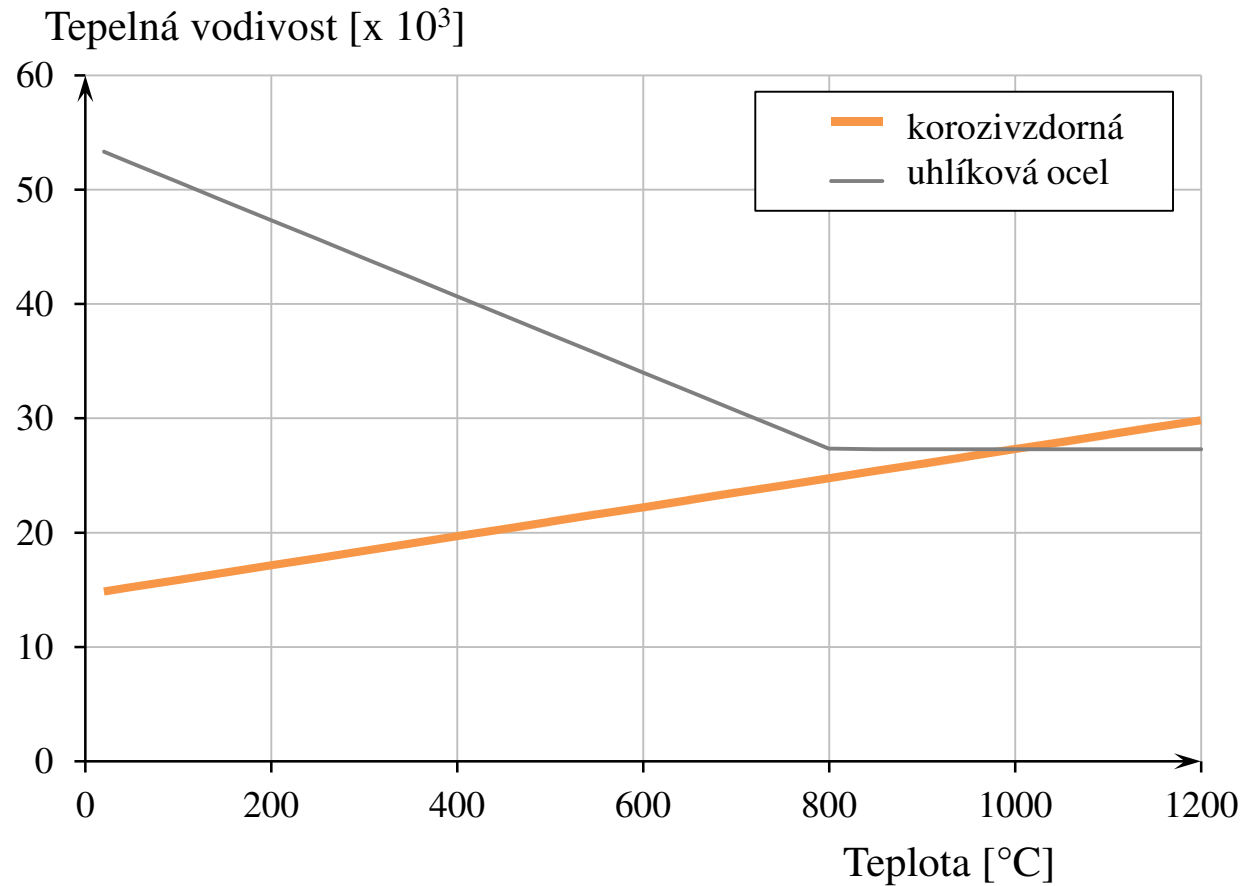
Tepelné vlastnosti – teplotní roztažnost



Teplotní roztažnost
austenitické oceli

$$\frac{\Delta L}{L} = (16 + 4,79 \times 10^{-3}\theta - 1,243 \times 10^{-6}\theta^2) \times (\theta - 20)10^{-6}$$

Tepelné vlastnosti – tepelná vodivost



Tepelná vodivost austenitických a austeniticko-feritických ocelí

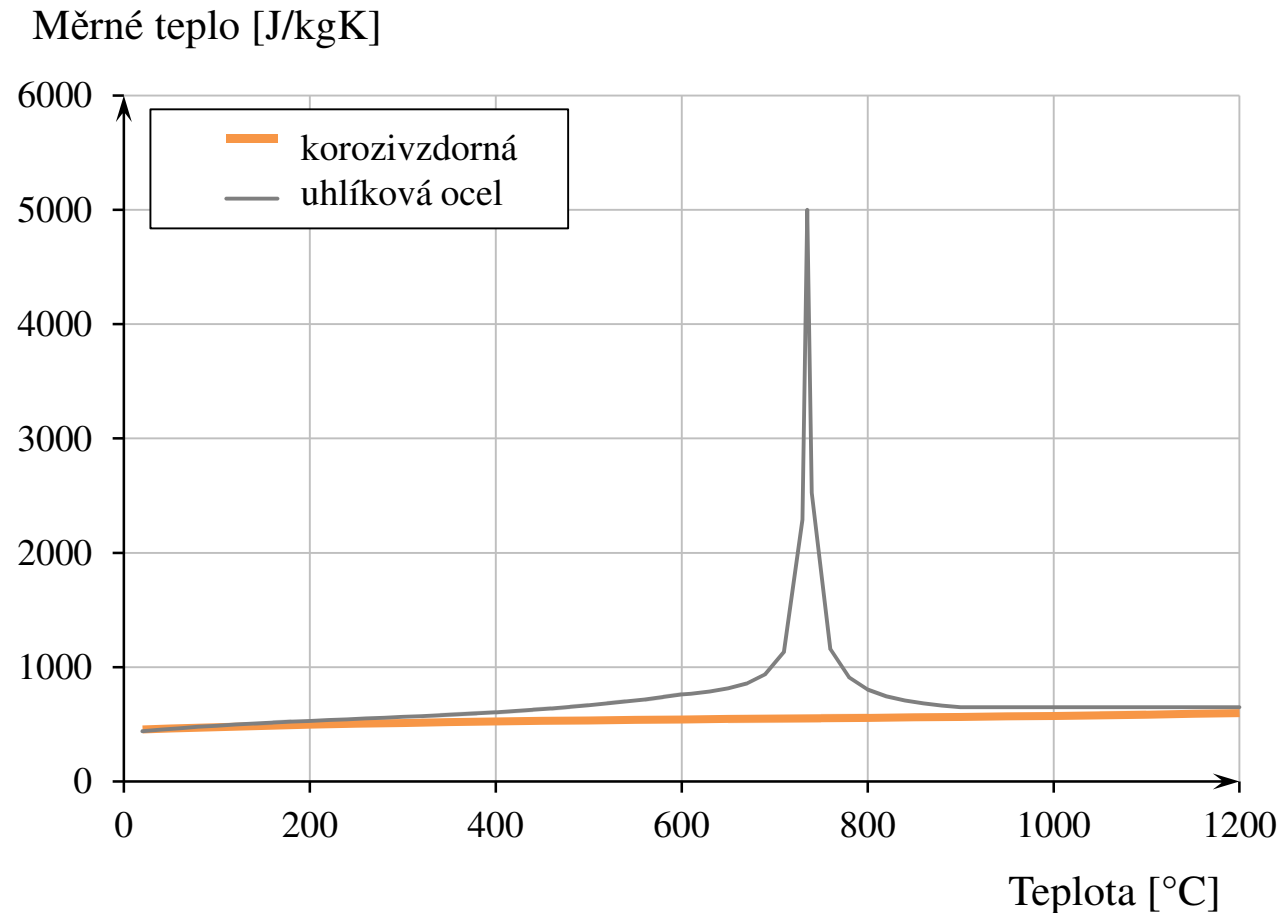
$$\lambda = 14.6 + 1.27 \times 10^{-2} \theta$$

Porovnání tepelných vlastností

Kov	Teplotní roztažnost $^{\circ}\text{C} \times 10^{-6}$	Tepelná vodivost ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$)
Austenitická ocel	16,7	0.16
Austenit.-Fer. ocel	13,2	0.23
Uhlíková ocel	12	0.54
Měď	16,9	3.86
Hliník 3003	23,2	2.04

Hodnoty jsou průměrem mezi 20-100 °C

Tepelné vlastnosti – měrné teplo



Měrné teplo austenitických
a aust.-feritických ocelí

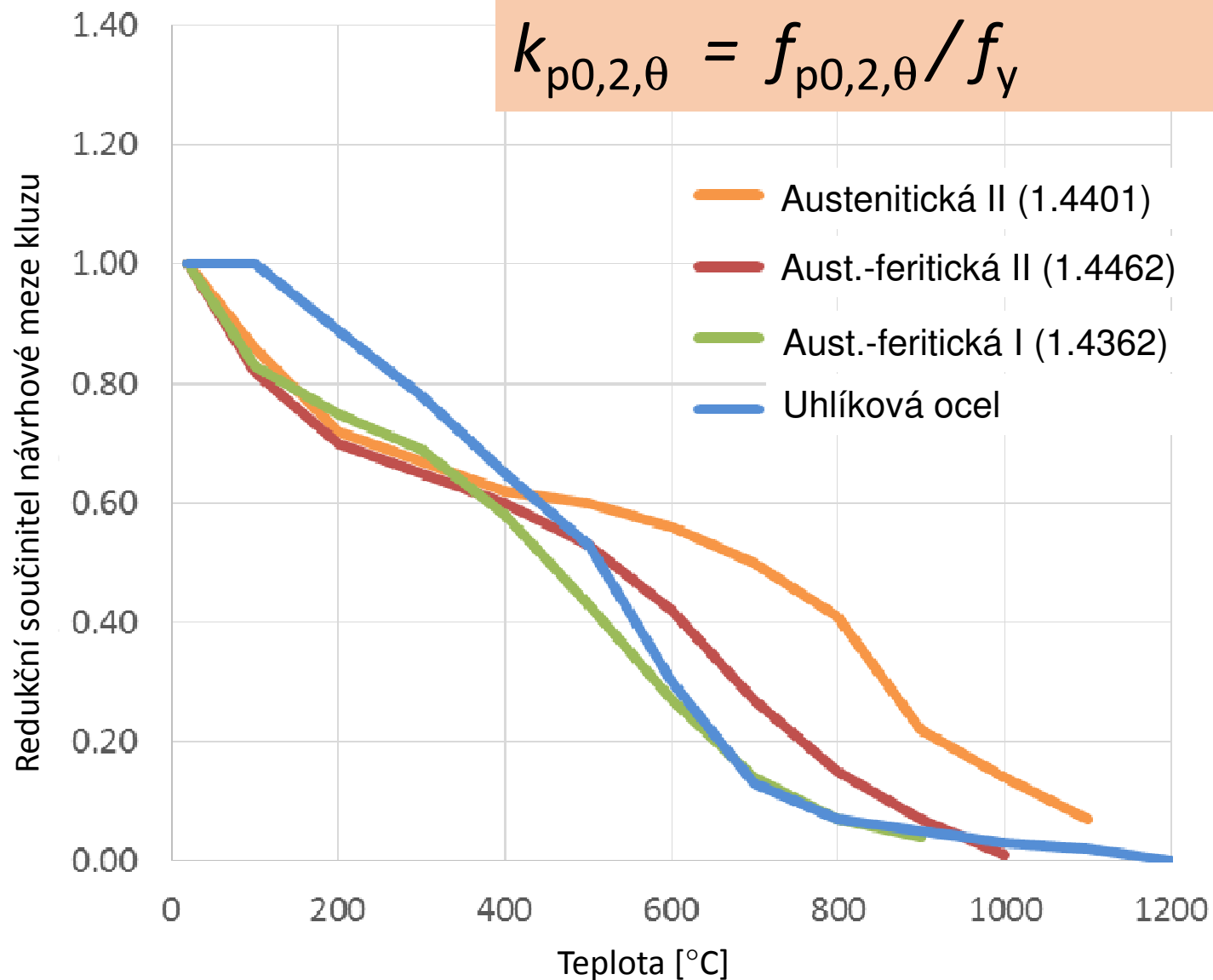
$$c = 450 + 0.280 \times \theta - 2.91 \times 10^{-4} \theta^2 + 1.34 \times 10^{-7} \times \theta^3$$

Mechanické vlastnosti při zvýšené teplotě

Obecné křivky redukcí mechanických vlastností (nahrazují původní redukce pro **jednotlivé třídy**)

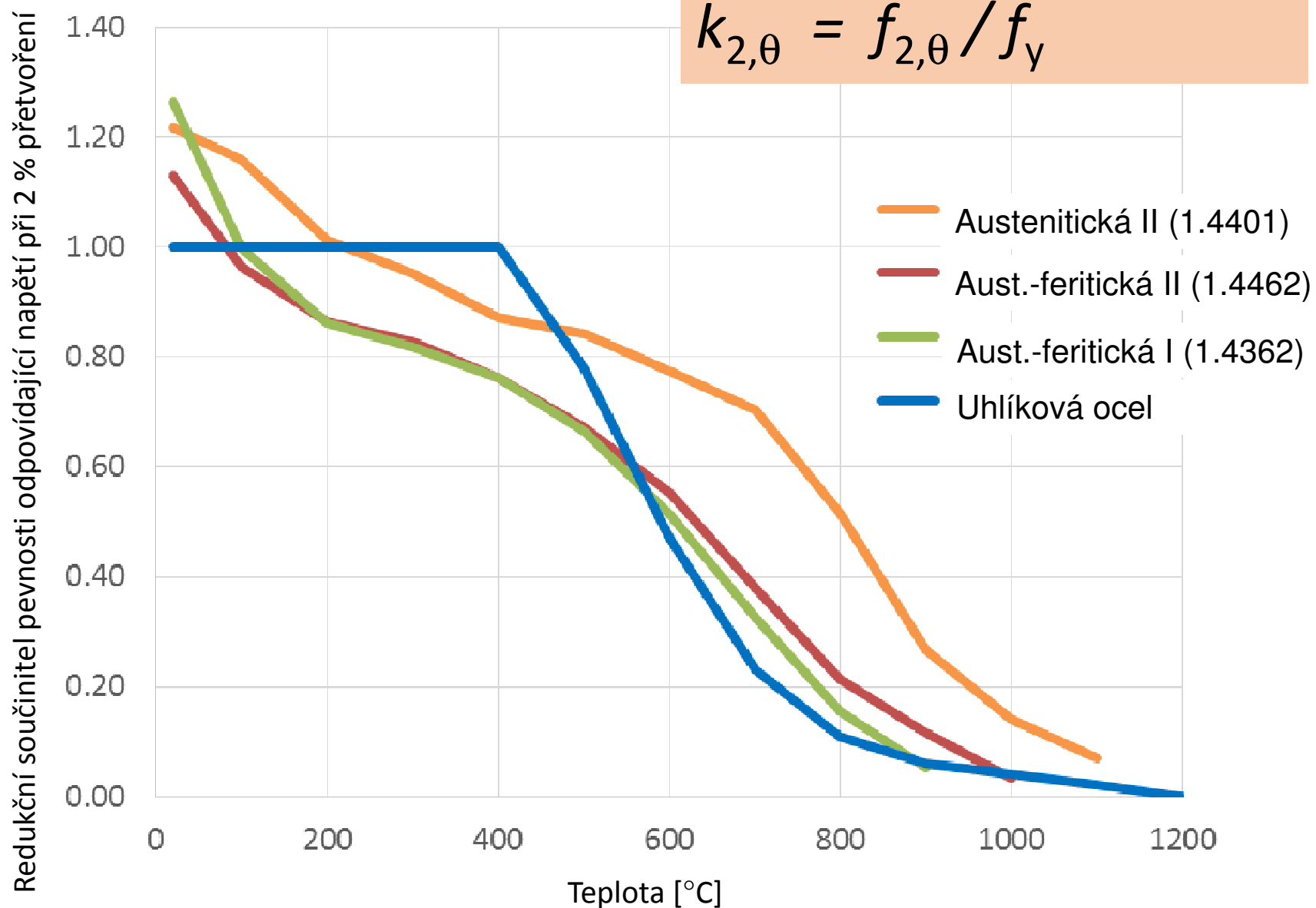
- **Austenitické I:** 1.4301, 1.4307, 1.4818
- **Austenitické II:** 1.4401, 1.4404, 1.4541
- **Austenitické III:** 1.4571
- **A-feritické I:** 1.4362, 1.4062, 1.4482
- **A-feritické II:** 1.4462, 1.4162, 1.4462
- **Feritické I:** 1.4509, 1.4521, 1.4621
- **Feritické II:** 1.4003, 1.4016

Redukční součinitel návrhové meze kluzu (smluvní mez 0,2 % protažení)

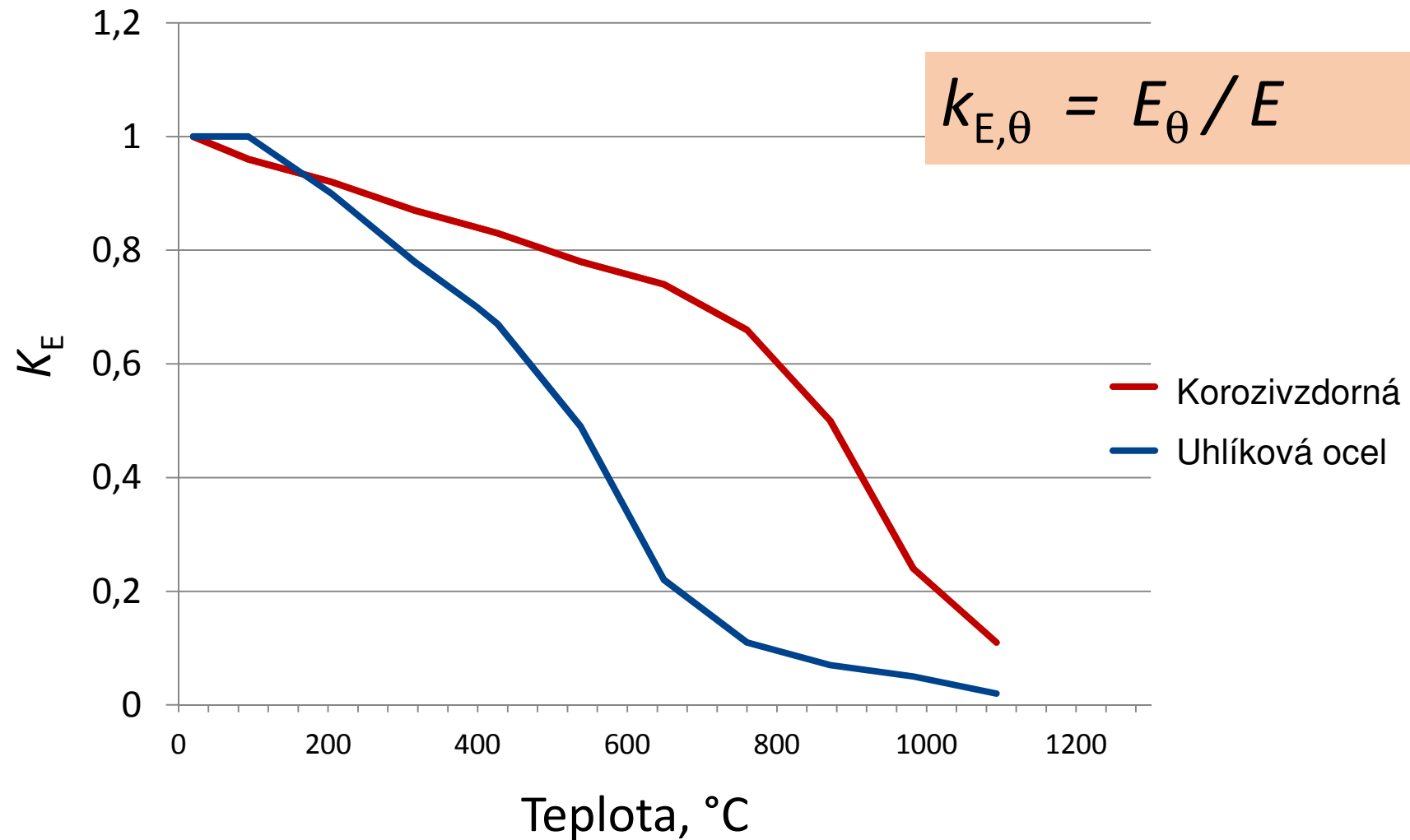


Redukční součinitel pevnosti odpovídající napětí při 2 % přetvoření

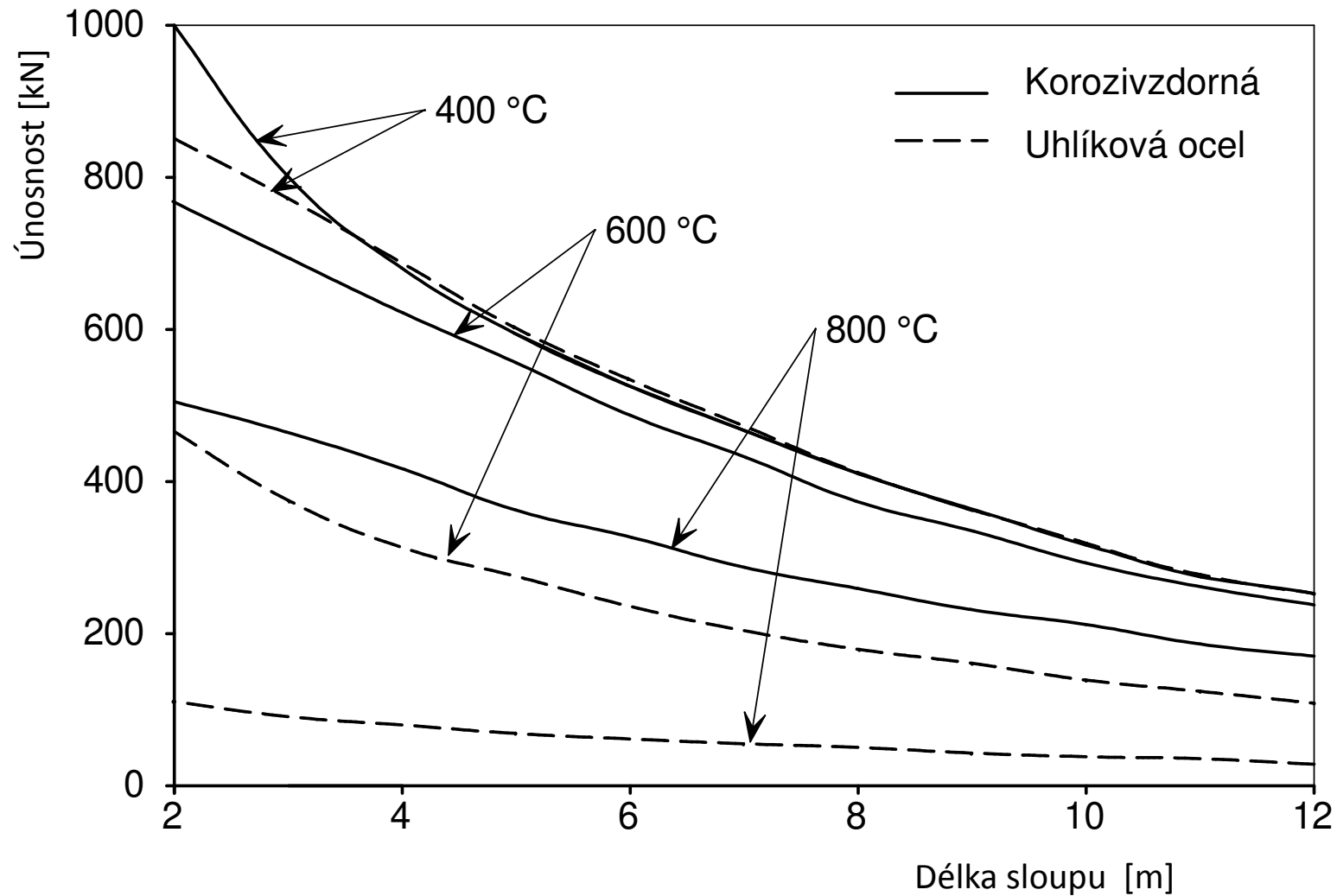
$$k_{2,\theta} = f_{2,\theta} / f_y$$



Modul pružnosti (austenitické a aust.-feritické)



Porovnání uhlíkové a korozivzdorné oceli - sloup

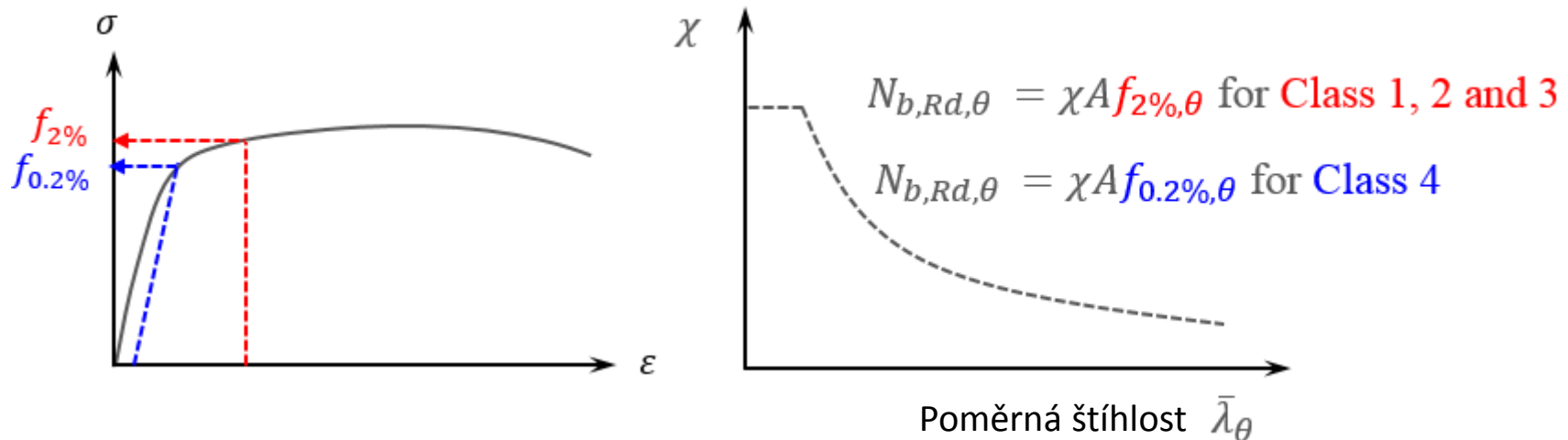


Pevnostní charakteristiky pro návrh za požáru

EN 1993-1-2: uhlíkové i korozivzdorné oceli

pevnost při 2% přetvoření pro třídu průřezu 1, 2 a 3 (pruty i průřezy)

0.2% smluvní mez kluzu pro třídu průřezu 4 (pruty i průřezy)



Pevnostní charakteristiky pro návrh za požáru

Příručka

Pro návrh štíhlých prvků jsou křivky vzpěrnosti a klopení založeny na 0,2% smluvní mezi kluzu, neboť zde dochází k velkému poklesu tuhosti

Sloupy	$f_{p0,2,\theta}$	(všechny třídy)
Podepřené nosníky	$f_{2,\theta}$	(třídy 1-3)
	$f_{p0,2,\theta}$	(třída 4)
Nepodepřené nosníky	$f_{p0,2,\theta}$	(všechny třídy)
Tažené pruty	$f_{2,\theta}$	(všechny třídy)

Klasifikace průřezu za požáru

ε je závislé na teplotě

$$\varepsilon_{\theta} = \varepsilon \left[\frac{k_{E,\theta}}{k_{y,\theta}} \right]^{0,5}$$

$k_{y,\theta}$ je buď $k_{p0,2,\theta}$ nebo $k_{2,\theta}$, v závislosti na způsobu zatížení a třídě průřezu

Alternativně může být ε stanoveno pro vlastnosti za běžné teploty. Pro uhlíkové oceli:

$$\varepsilon = 0,85 \left[\frac{235}{f_y} \frac{E}{210\,000} \right]^{0,5}$$

Únosnost prvku za požáru

Obecně se postupuje obdobně jako při návrhu uhlíkových ocelí (EN 1993-1-2)

- štíhlost tlačných prutů:

$$\bar{\lambda}_{\theta} = \bar{\lambda} \left[\frac{k_{p,0,2,\theta}}{k_{E,\theta}} \right]^{0,5}$$

- **křivky vzpěrnosti za běžné teploty** (nikoliv křivky při zvýšené teplotě pro uhlíkové oceli)