

Ztráty předpětí

- Krátkodobé
- Dlouhodobé



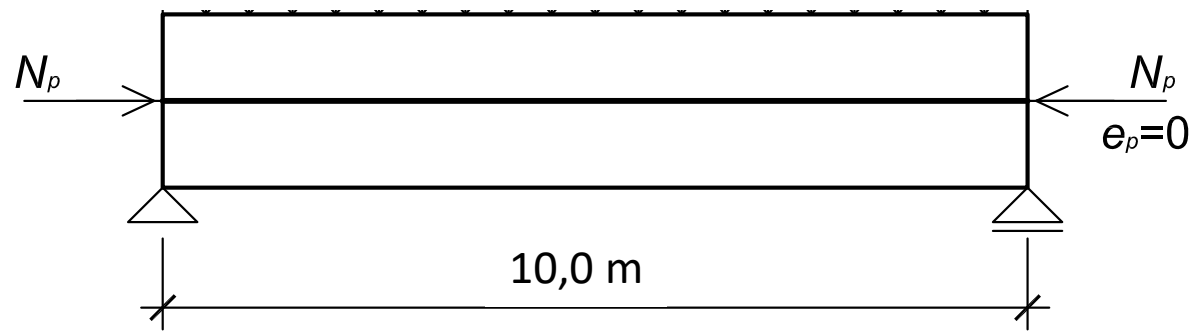
Ztráty předpětí - krátkodobé

- Ztráty okamžité (krátkodobé)
 - při napínání předem; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.4
 - Třením
 - Pokluzem
 - Krátkodobou relaxací
 - Pružným přetvořením betonu
 - při dodatečném napínání; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.5
 - Třením
 - Pokluzem
 - Pružným přetvořením betonu



Ztráty předpětí - krátkodobé

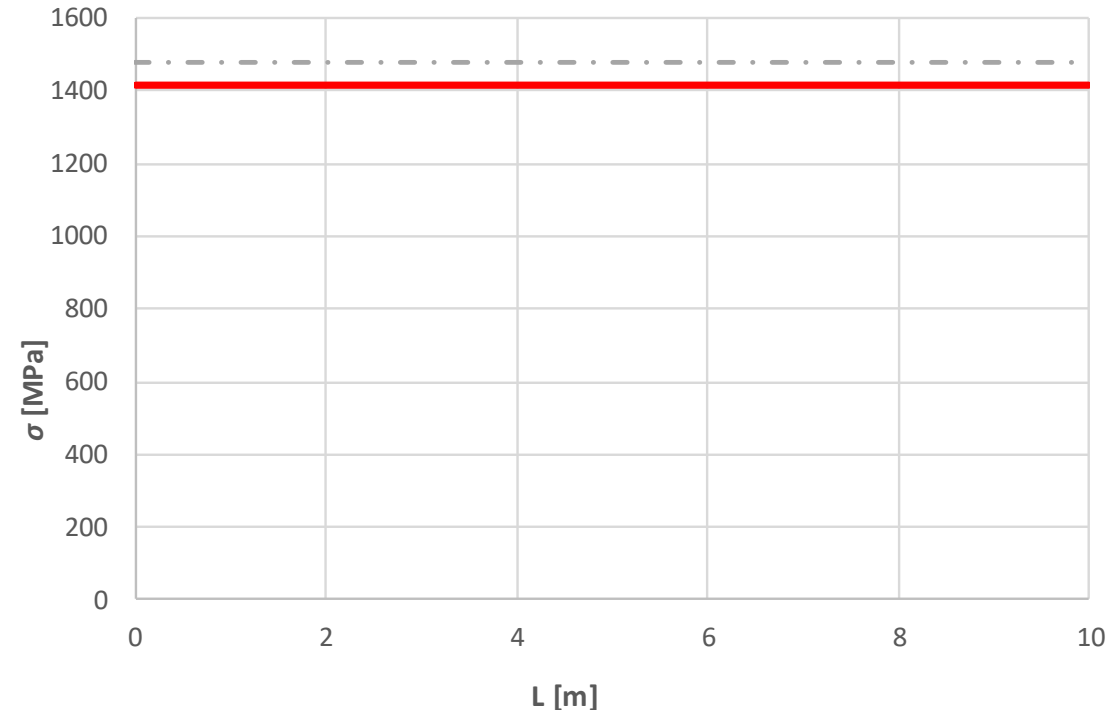
- **při napínání předem; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.4**
 - Třením - nevýznamná
 - V místech ohybů
 - Pokluzem
 - Krátkodobou relaxací
 - Pružným přetvořením betonu



Ztráty předpětí - krátkodobé

- **při napínání předem; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.4**

- Třením
- Pokluzem
 - klínů v kotevních zařízeních – konstantní
 - $\Delta\sigma_{p,sl} = \Delta sl \cdot E_p / l$
 - Δsl Celková délka pokluzu v kotvě
- Krátkodobou relaxací
- Pružným přetvořením betonu



Ztráty předpětí - krátkodobé

- **při napínání předem; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.4**
 - Třením
 - Pokluzem
 - Krátkodobou relaxací (ČSN EN 1992-1-1 kap. 3.3.2)
 - Relaxace mezi napnutím vložek a předepnutím betonu
 - třída 1 – dráty nebo lana s normální relaxací (prEN 10138 tuto třídu neuvádí)
 - třída 2 – dráty nebo lana s nízkou relaxací
 - třída 3 – za tepla válcované a upravené tyče
 - Pružným přetvořením betonu



Ztráty předpětí - krátkodobé

- **při napínání předem; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.4**
 - Třením
 - Pokluzem
 - Krátkodobou relaxací (ČSN EN 1992-1-1 kap. 3.3.2)
 - Relaxace mezi napnutím vložek a předepnutím betonu
 - **třída 2 – dráty nebo lana s nízkou relaxací**

$$\Delta\sigma_{p,r} = 0,66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9,1\mu} \left(\frac{t}{1000}\right)^{0,75(1-\mu)} \cdot 10^{-5} \cdot \sigma_{pi}$$

$$\mu = \sigma_{pi}/f_{pk}$$

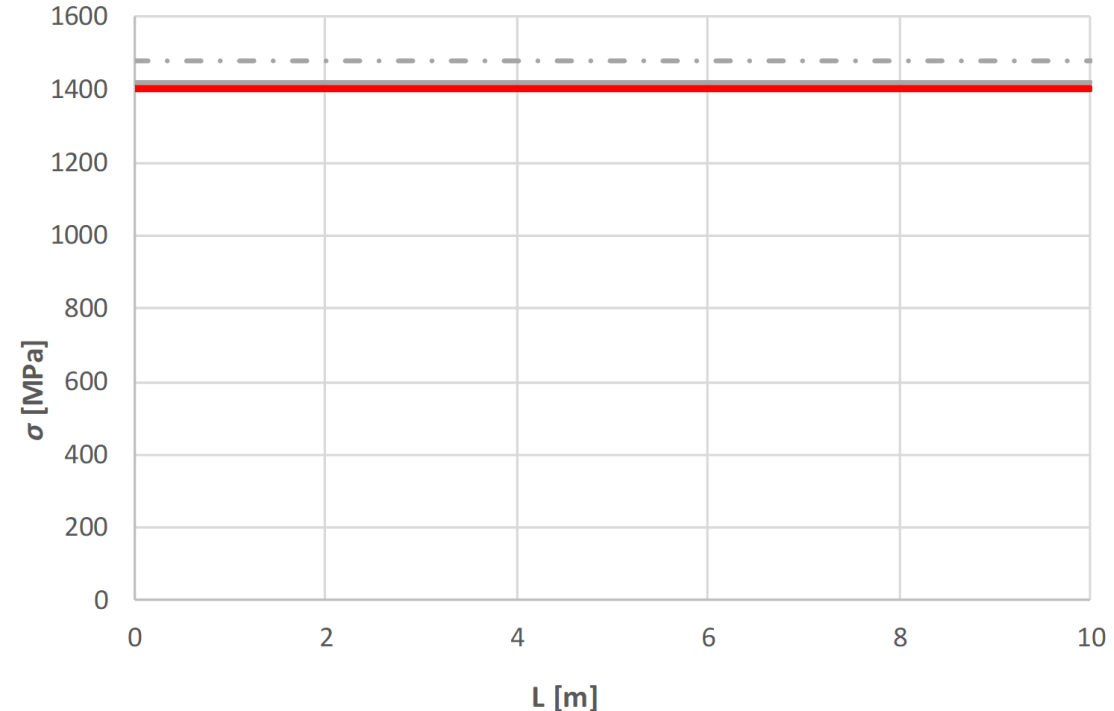
ρ_{1000} hodnot relaxační ztráty 1000 hodin po napnutí při průměrné teplotě 20°C

- Pružným přetvořením betonu



Ztráty předpětí - krátkodobé

- **při napínání předem; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.4**
 - Třením
 - Pokluzem
 - Krátkodobou relaxací (ČSN EN 1992-1-1 kap. 3.3.2)
 - Pružným přetvořením betonu



Ztráty předpětí - krátkodobé

- **při napínání předem; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.4**

- Třením
- Pokluzem
- Krátkodobou relaxací
- Pružným přetvořením betonu
 - ztráta vyvozená pružnou deformací betonu v okamžiku
 - Zkrácení prvku

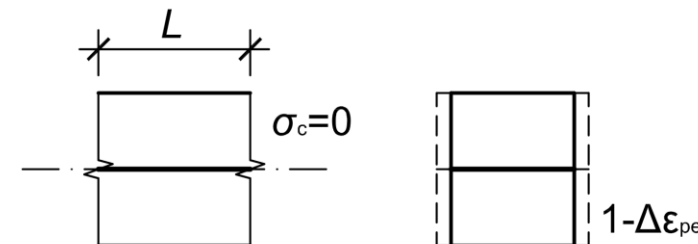
$$\Delta\varepsilon_{pe} = \Delta\varepsilon_{cc} = \frac{N_p}{A_c E_c + A_p E_p}$$

- Přírůstek tlakové síly v betonu

$$\Delta N_{cc} = \frac{N_p A_p E_p}{A_c E_c + A_p E_p}$$

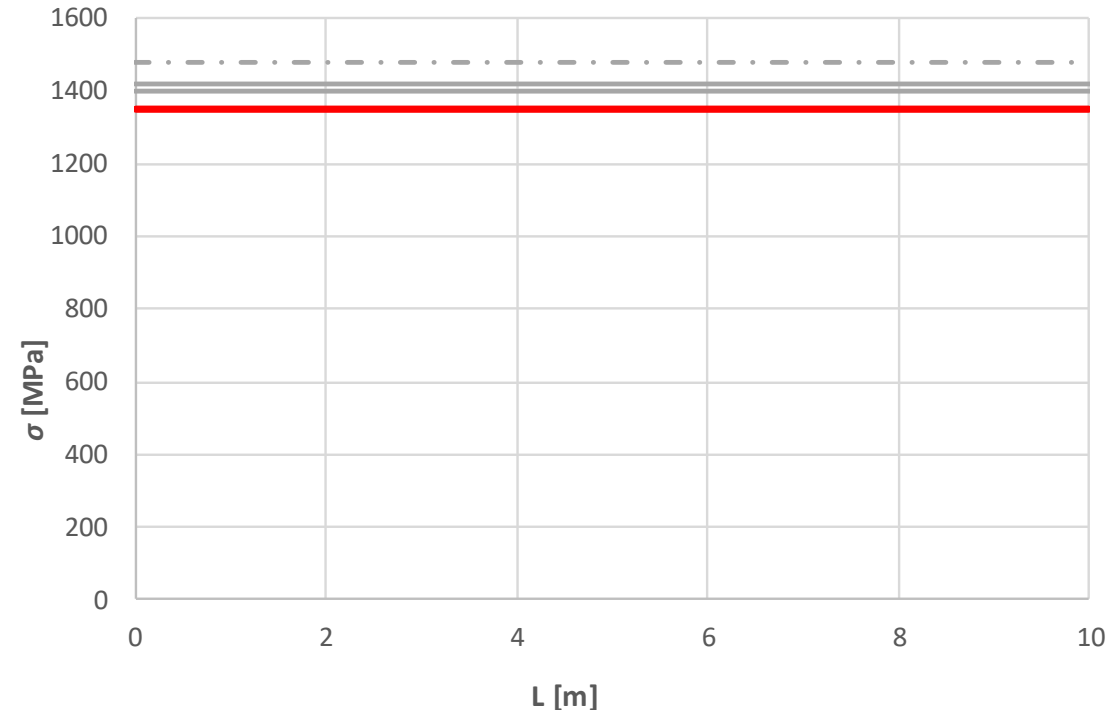
- Snížení napětí v předpínací výztuži

$$\Delta\sigma_{p,cc} = -\frac{\Delta N_{cc}}{A_p}$$



Ztráty předpětí - krátkodobé

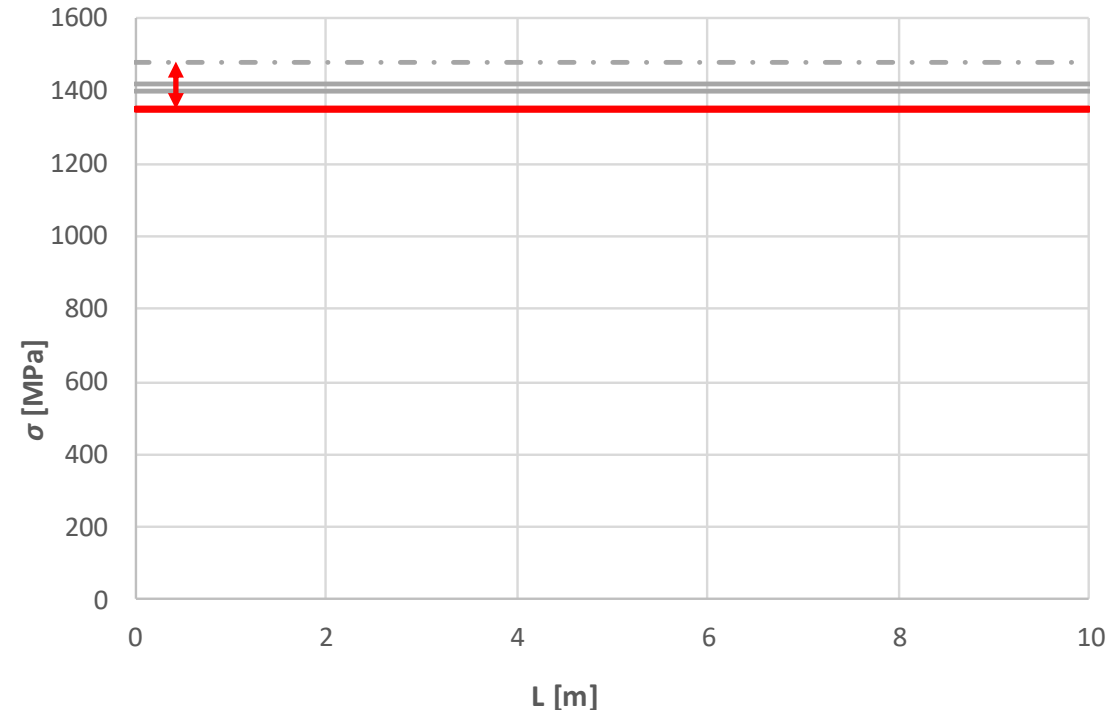
- **při napínání předem; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.4**
 - Třením
 - Pokluzem
 - Krátkodobou relaxací
 - Pružným přetvořením betonu



Ztráty předpětí - krátkodobé

- **při napínání předem; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.4**
 - Třením
 - Pokluzem
 - Krátkodobou relaxací
 - Pružným přetvořením betonu

10%



Ztráty předpětí - krátkodobé

- Ztráty okamžité (krátkodobé)
 - **při dodatečném napínání; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.5**

- Třením

- při kontaktu předpínací výztuže se stěnou kabelového kanálku
 - v obloucích

$$\Delta\sigma_{p,\mu}(x) = -\sigma_{p,max}(1 - e^{-\mu(\alpha-kx)})$$

$\sigma_{p,max}$ maximální napínací síla

μ součinitel tření

α součet úhlových posunů na délce x

k nezamýšlený úhlový posun ($0,005/m < k < 0,01/m$ (na metr))

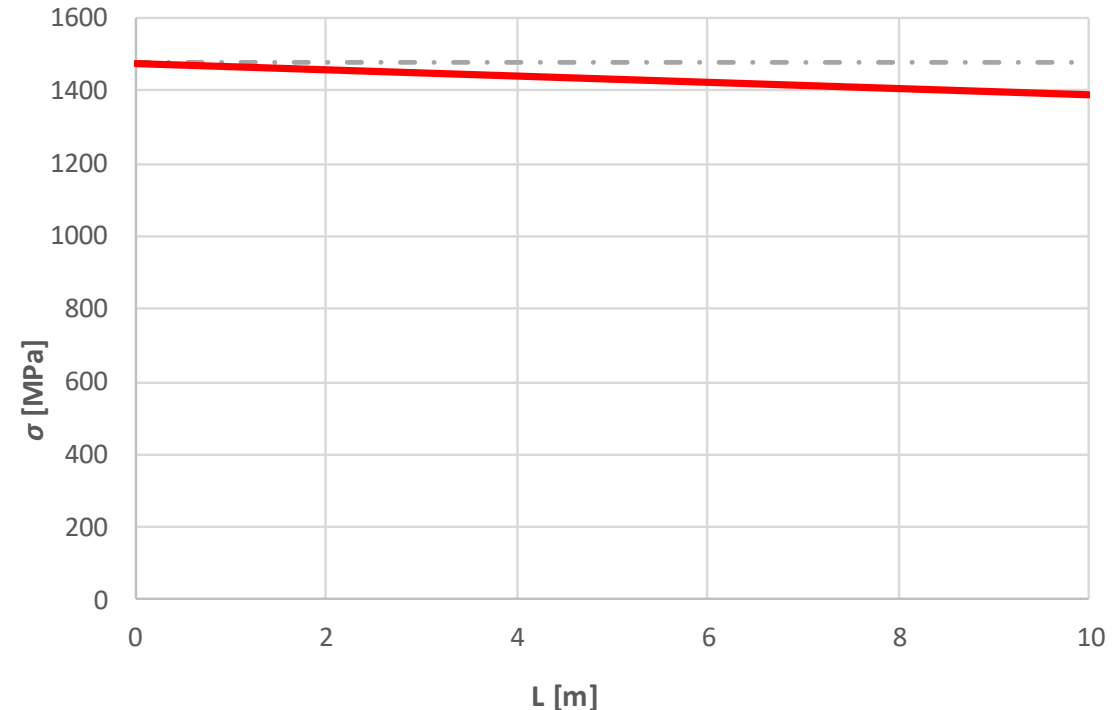
x vzdálenost posuzovaného bodu

- nežádoucí zvlnění kabelu
- Pokluzem
- Pružným přetvořením betonu



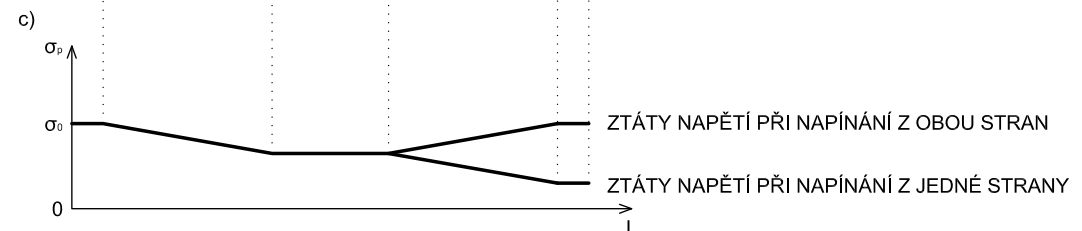
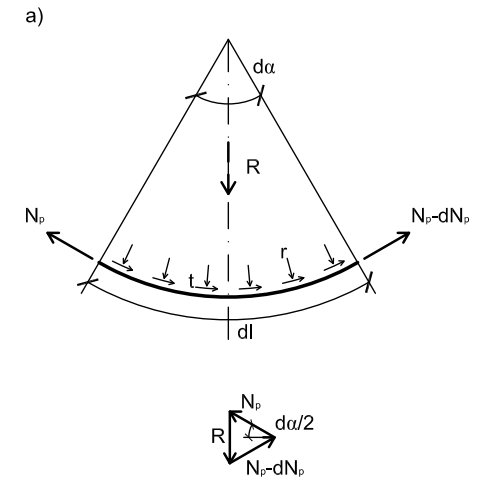
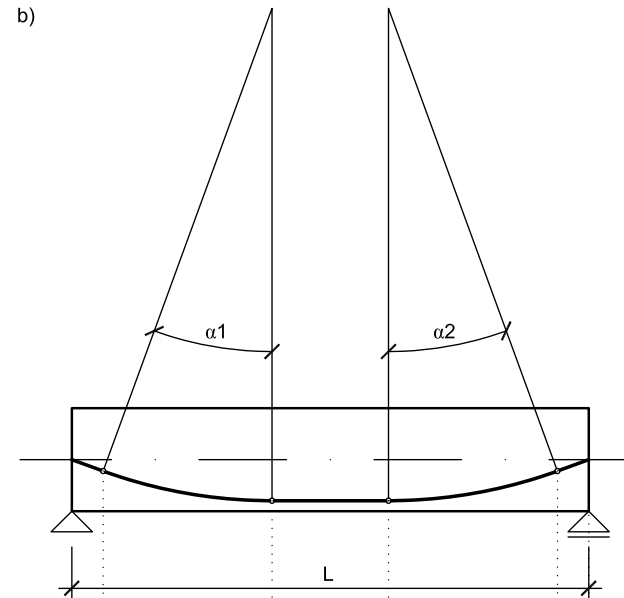
Ztráty předpětí - krátkodobé

- Ztráty okamžité (krátkodobé)
 - **při dodatečném napínání; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.5**
 - Třením
 - Pokluzem
 - Pružným přetvořením betonu



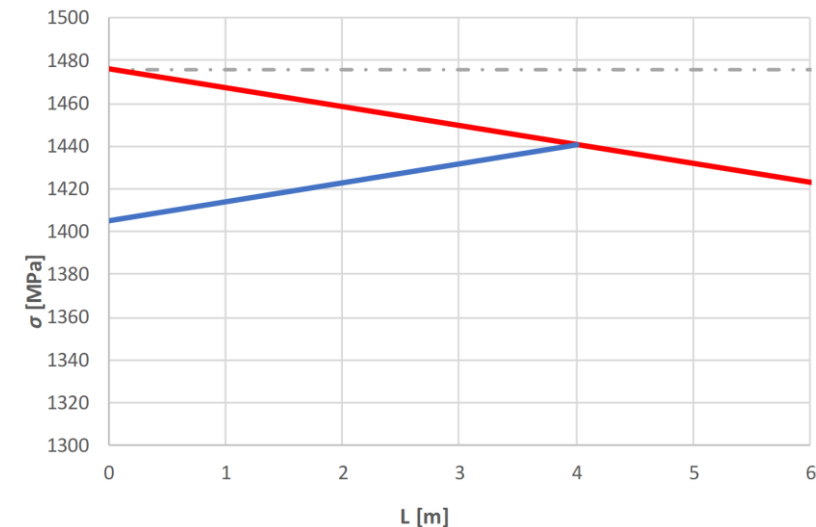
Ztráty předpětí - krátkodobé

- Ztráty okamžité (krátkodobé)
 - při dodatečném napínání; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.5
 - Třením
 - Pokluzem
 - Pružným přetvořením betonu



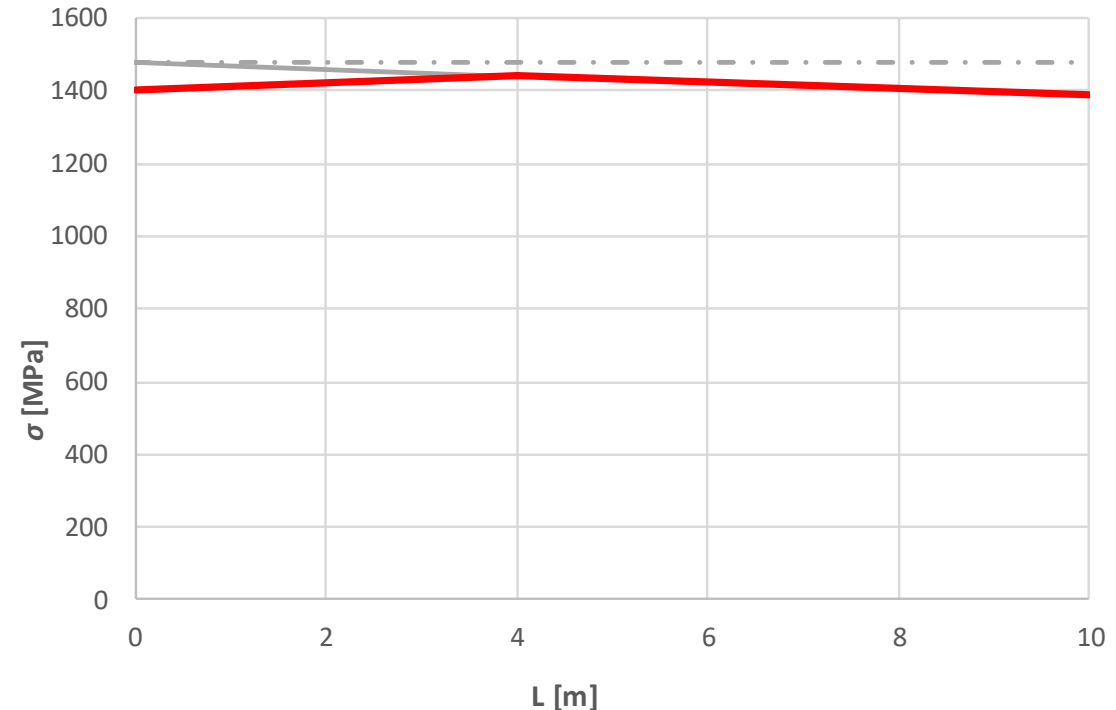
Ztráty předpětí - krátkodobé

- Ztráty okamžité (krátkodobé)
 - **při dodatečném napínání; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.5**
 - Třením
 - Pokluzem
 - kotevního kůželíku a lana
 - Závislé na tření, **působí opačně**
 - Zjednodušený výpočet (Kaucký, 1971)
 - $\Delta s_l = A_{s_l} / E_p \Rightarrow x_{s_l}$
 - A_{s_l} plocha mezi křivkami ztrát tření a ztrát pokluzu
 - Δs_l celková délka pokluzu v kotvě
 - x_{s_l} vzdálenost na které se ztráta pokluzem vytratí
 - Pružným přetvořením betonu



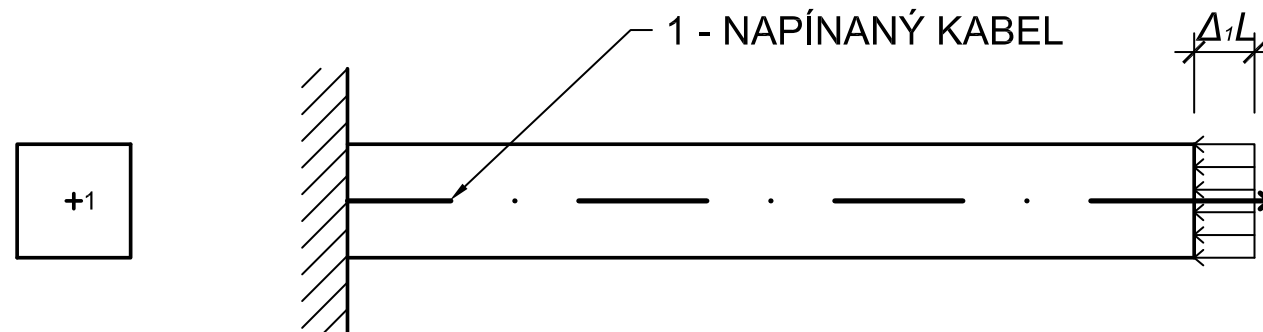
Ztráty předpětí - krátkodobé

- Ztráty okamžité (krátkodobé)
 - **při dodatečném napínání; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.5**
 - Třením
 - Pokluzem
 - Pružným přetvořením betonu



Ztráty předpětí - krátkodobé

- Ztráty okamžité (krátkodobé)
 - **při dodatečném napínání; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.5**
 - Třením
 - Pokluzem
 - Pružným přetvořením betonu
 - postupným předpínáním



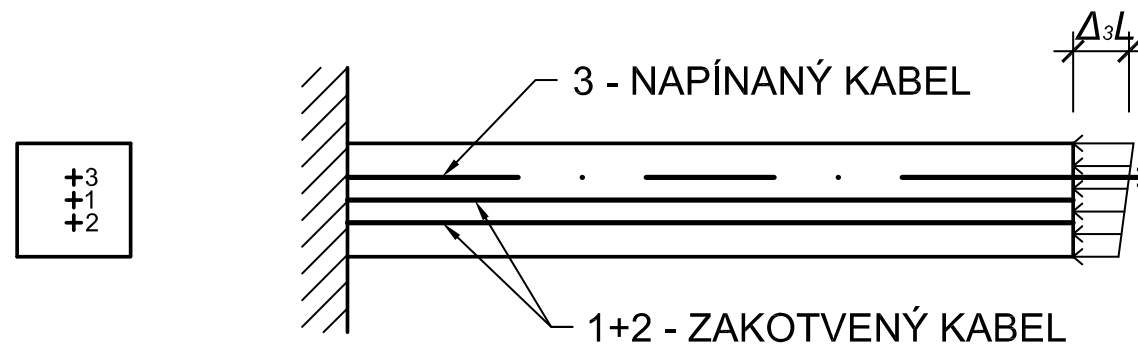
Ztráty předpětí - krátkodobé

- Ztráty okamžité (krátkodobé)
 - **při dodatečném napínání; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.5**
 - Třením
 - Pokluzem
 - Pružným přetvořením betonu
 - postupným předpínáním



Ztráty předpětí - krátkodobé

- Ztráty okamžité (krátkodobé)
 - **při dodatečném napínání**; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.5
 - Třením
 - Pokluzem
 - Pružným přetvořením betonu
 - postupným předpínáním



Ztráty předpětí - dlouhodobé

- Časově závislé ztráty (dlouhodobé; při napínání předem a dodatečném; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.6)
 - Relaxací předpínací výztuže
 - Dotvarováním betonu
 - Smršťováním betonu



Ztráty předpětí - dlouhodobé

- Časově závislé ztráty (dlouhodobé; při napínání předem a dodatečném; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.6)
 - Relaxací předpínací výztuže (ČSN EN 1992-1-1 kap. 3.3.2)
 - třída 1 – dráty nebo lana s normální relaxací (prEN 10138 tuto třídu neuvádí)
 - **třída 2 – dráty nebo lana s nízkou relaxací**

$$\Delta\sigma_{p,r} = 0,66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9,1\mu} \left(\frac{t}{1000}\right)^{0,75(1-\mu)} \cdot 10^{-5} \cdot \sigma_{pi}$$

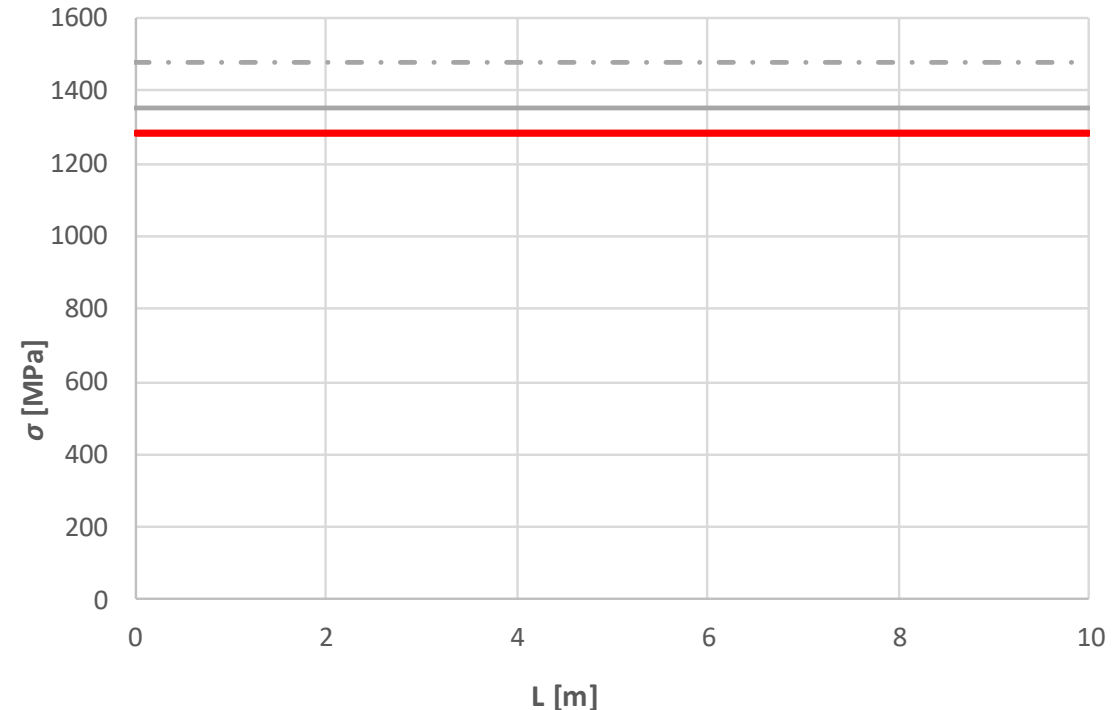
- třída 3 – za tepla válcované a upravené tyče

- Dotvarováním betonu
- Smršťováním betonu



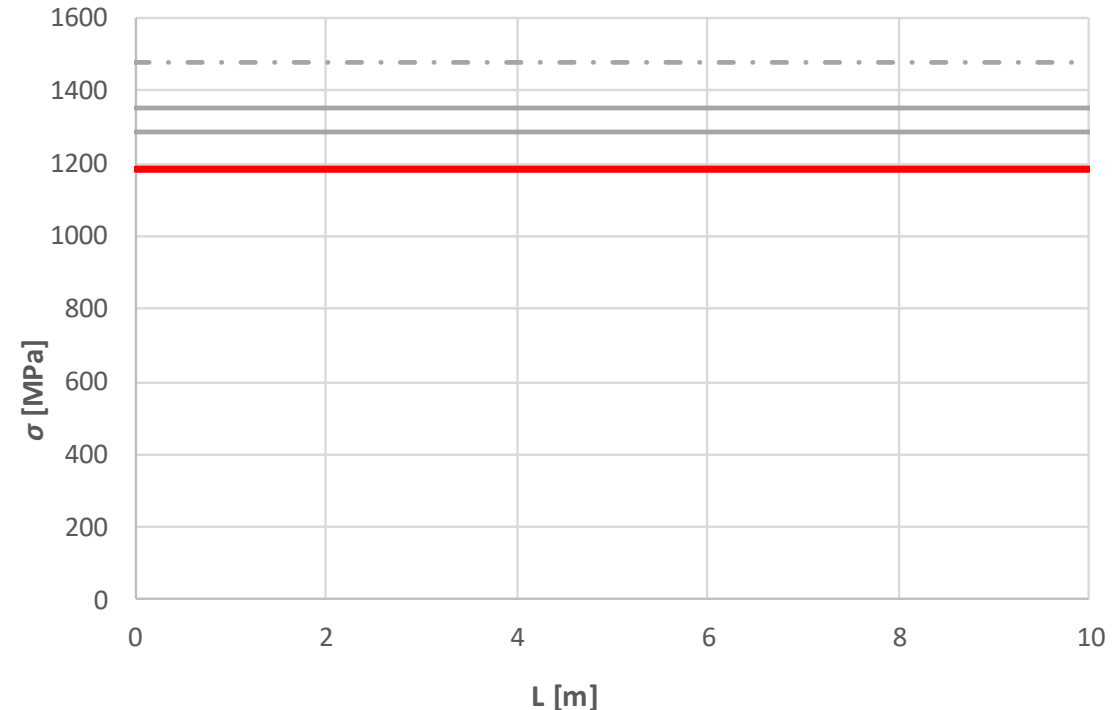
Ztráty předpětí - dlouhodobé

- Časově závislé ztráty (dlouhodobé; při napínání předem a dodatečném; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.6)
 - Relaxací předpínací výztuže (ČSN EN 1992-1-1 kap. 3.3.2)
 - Dotvarováním betonu
 - Smršťováním betonu



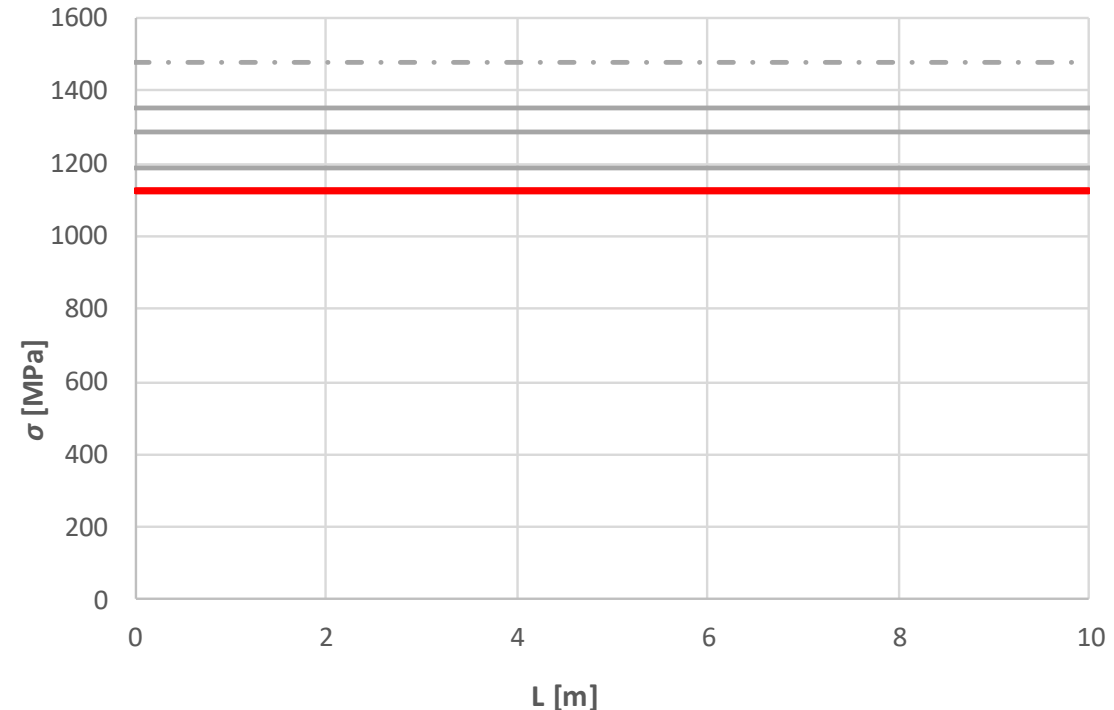
Ztráty předpětí - dlouhodobé

- Časově závislé ztráty (dlouhodobé; při napínání předem a dodatečném; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.6)
 - Relaxací předpínací výztuže
 - Dotvarováním betonu
 - **Základní princip**
 - Předpětí se **soudržností**
 - $\Delta\sigma_{p,c} = E_p \cdot \varepsilon_{ce}(t_0) \cdot \varphi(t, t_0)$
 - $\Delta\sigma_{p,c} = E_p \cdot \frac{\sigma_c^{g+p}}{E_c(t_0)} \cdot \varphi(t, t_0)$
 - Smršťováním betonu



Ztráty předpětí - dlouhodobé

- Časově závislé ztráty (dlouhodobé; při napínání předem a dodatečném; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.6)
 - Relaxací předpínací výztuže
 - Dotvarováním betonu
 - Smršťováním betonu
 - **Základní** princip
 - Předpětí se **soudržností**
 - $\Delta\sigma_{p,s} = E_p \cdot \varepsilon_{cs}(t)$



Ztráty předpětí - dlouhodobé

- Časově závislé ztráty (dlouhodobé; při napínání předem a dodatečném; ČSN EN 1992-1-1 kap. 5.10.6)
 - Relaxací předpínací výztuže
 - Dotvarováním betonu
 - Smršťováním betonu

15%

