



Program  
celoživotního  
učení



# Stanovení dílčích součinitelů (materiálové vlastnosti, stálá zatížení)

Miroslav Sýkora  
Kloknerův ústav ČVUT v Praze

# Dílčí součinitele podle Eurokódů

$E < R$

Směrný index spolehlivosti  $\beta_t$

Index spolehlivosti pro zatížení

$$\beta_{E,t} = \alpha_E \beta_t$$

Index spolehlivosti pro odolnost

$$\beta_{R,t} = \alpha_R \beta_t$$

Hlavní zatížení

$$\beta_{E,t} = -0,7 \beta_t$$

Vedlejší

$$\beta_{E,t} = -0,28 \beta_t$$

Odolnost

$$\beta_{R,t} = 0,8 \beta_t$$

# Definice dílčích součinitelů

$$\gamma_M = \gamma_{Rd} \quad \gamma_m = \gamma_{Rd1} \gamma_{Rd2} \gamma_m$$

- $\gamma_{Rd1}$  – dílčí součinitel pro modelové nejistoty
- $\gamma_{Rd2}$  – dílčí součinitel pro geometrické nejistoty
- $\gamma_m$  – dílčí součinitel proměnlivosti materiálové vlastnosti

$$\gamma_G = \gamma_{Sd,g} \gamma_g$$

- $\gamma_{Sd,g}$  – dílčí součinitel pro modelové nejistoty
- $\gamma_g$  - dílčí součinitel pro proměnlivost stálého zatížení

# Dílčí součinitele $\gamma_{Rd1}$ a $\gamma_{Rd2}$

## Pevnost betonu

- $\gamma_{Rd1,fc} \approx 1,05$  (vyšší hodnoty např. při protlačení desky)
- $\gamma_{Rd2,fc} \approx 1,05$  pro rozměry průřezu ( $\gamma_{Rd2,fc} \approx 1,0$ , pokud měření naznačují nevýznamnou variabilitu rozměrů průřezu)

## Mez kluzu

- $\gamma_{Rd1,fy} \approx 1,025$
- $\gamma_{Rd2,fy} \approx 1,05$  pro polohu výztuže ( $\gamma_{Rd2,fy} \approx 1,0$ , pokud měření naznačují nevýznamnou variabilitu polohy)

# Dílčí součinitel $\gamma_{Sd,g}$ pro stálá zatížení

- $\gamma_{Sd,g} = 1,05$  při návrhu
- při hodnocení existující konstrukce lze uvážit  $\gamma_{Sd,g} = 1,0$ , pokud jsou splněny následující podmínky:
  - model stálých zatížení vychází z měření a
  - výpočet účinku z modelu zatížení nepřináší významné nejistoty a
  - lze předpokládat, že stálé zatížení se nebude v budoucnosti významně měnit

# Příklad

- železobetonová konstrukce
- zbytková životnost  $t_d$
- směrná úroveň spolehlivosti:
  - $\beta = 3,8$  (MSÚ se středním následkem poruchy), nebo
  - $\beta = 3,1$  (MSÚ s malým následkem poruchy)
- na základě měření:
  - $\gamma_{Rd2,fc} = 1,0$ ,
  - $\gamma_{Rd2,fy} = 1,0$ ,
  - $\gamma_{Sd,g} = 1,0$ .

## Dílčí součinitel $\gamma_C$

- pevnost betonu:  $V_c = 0,16$  (lognormální rozdělení)
- $\gamma_c(\beta = 3,8) = \exp(-1,645 \times V_c) / \exp(-0,8 \times 3,8 \times V_c)$   
 $= \exp(-1,645 \times 0,16) / \exp(-0,8 \times 3,8 \times 0,16) = 1,25$
- $\gamma_C(\beta = 3,8) = 1,05 \times 1,25 = 1,31$
- hodnota  $\gamma_C = 1,5$  zohledňuje navíc nejistoty, že pevnost betonu se sleduje na základě vzorků, které se nezískávají z konstrukce
- $\gamma_c(\beta = 3,1) = \exp(-1,645 \times 0,16) / \exp(-0,8 \times 3,1 \times 0,16) = 1,14$
- $\gamma_C(\beta = 3,1) = 1,05 \times 1,25 = 1,20$

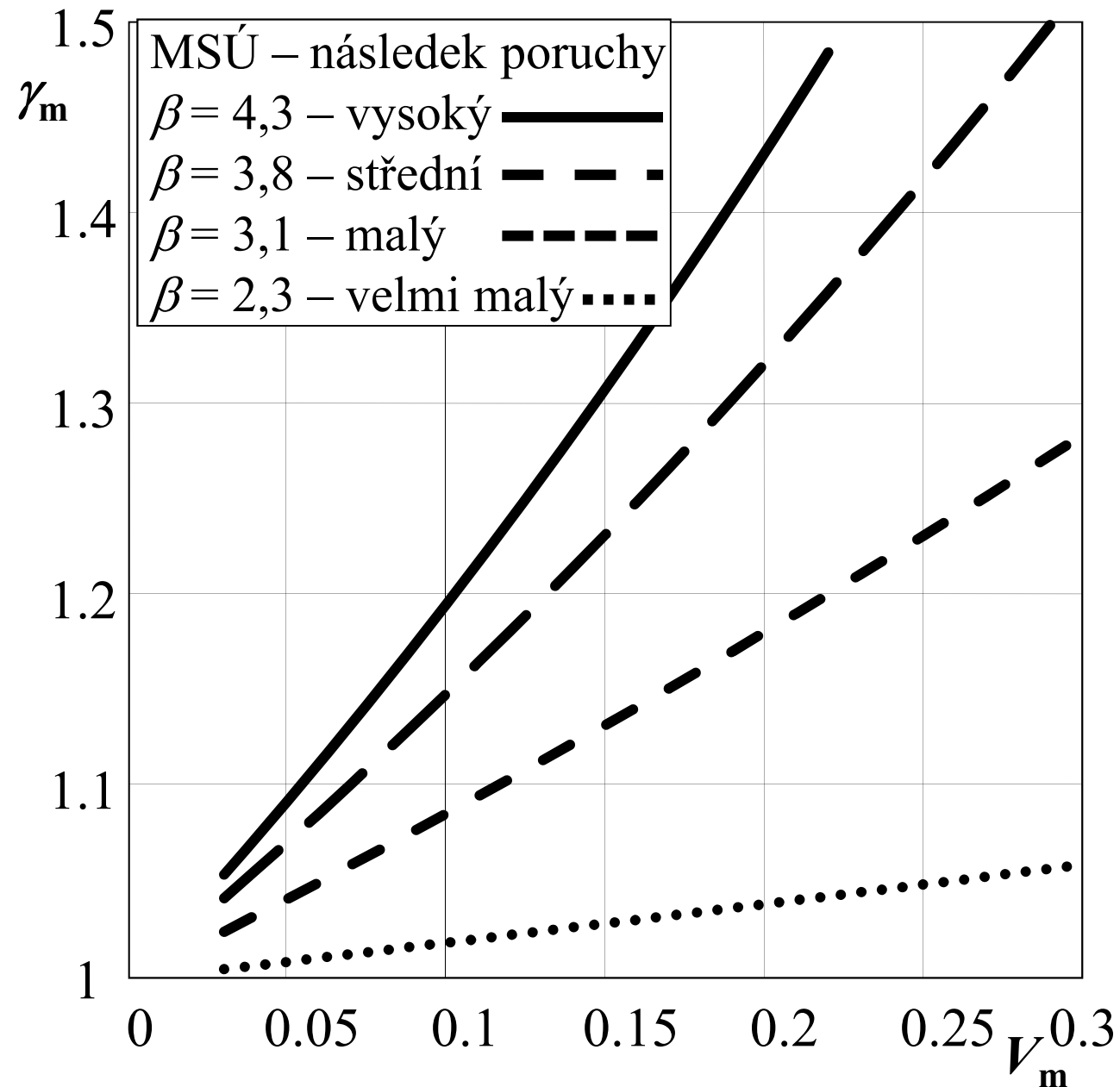
***Součinitel nezávisí na zbytkové životnosti  
(neuvažuje se vliv degradace).***

# Dílčí součinitel $\gamma_s$

- mez kluzu výztuže:  $V_s = 0,06$
- $\gamma_s(\beta = 3,8) = \exp(-1,645 \times 0,06) / \exp(-0,8 \times 3,8 \times 0,06) = \mathbf{1,09}$
- $\gamma_s(\beta = 3,8) = 1,025 \times 1,09 = \mathbf{1,11}$
- $\gamma_s(\beta = 3,1) = \exp(-1,645 \times 0,06) / \exp(-0,8 \times 3,1 \times 0,06) = \mathbf{1,05}$
- $\gamma_s(\beta = 3,1) = 1,025 \times 1,05 = \mathbf{1,08}$



# Dílčí součinitel $\gamma_m$ ( $\alpha_R = 0,8$ )



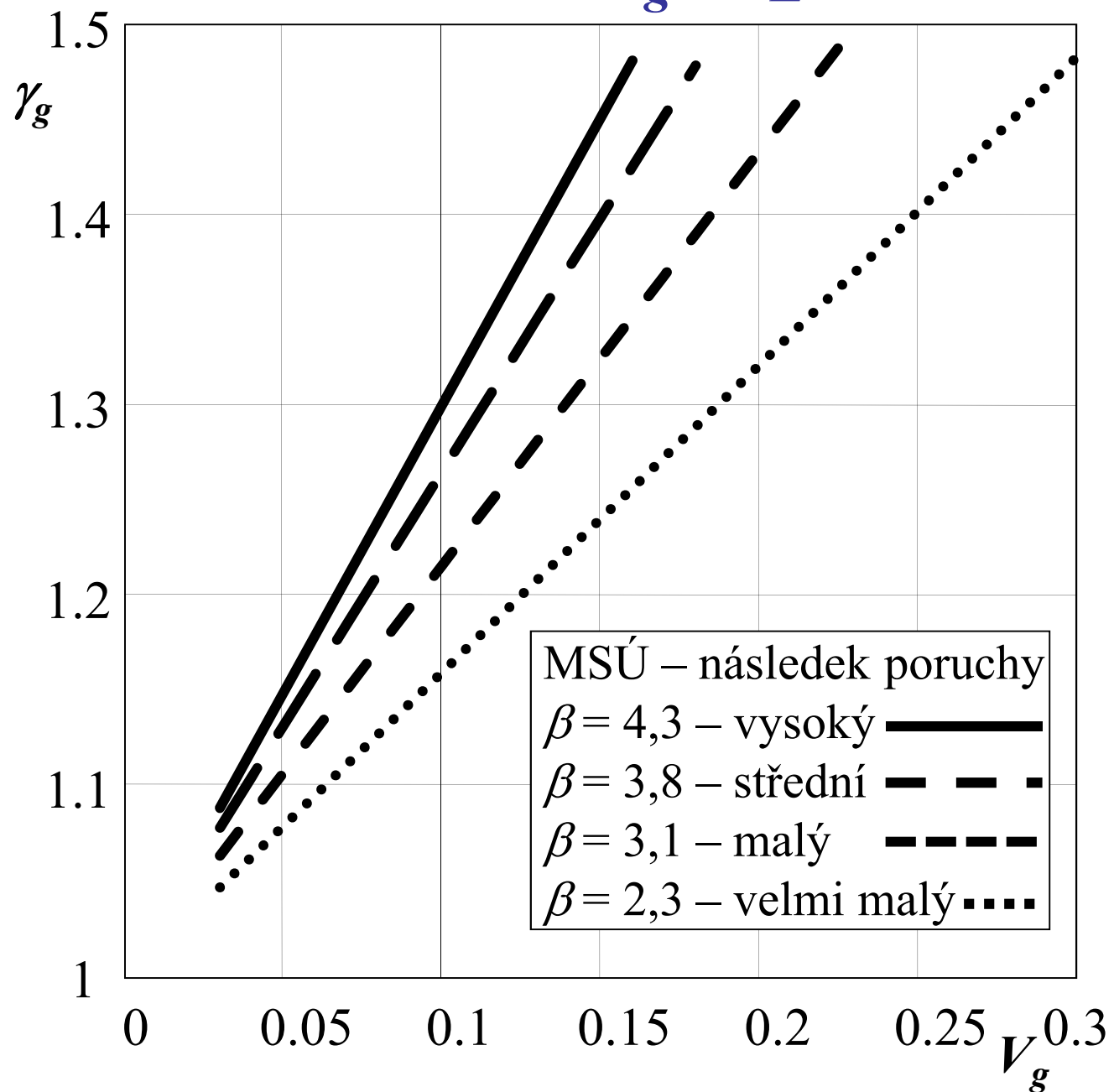
# Dílčí součinitel $\gamma_G$

- vlastní tíha betonové konstrukce:  $V_G = 0,05$ ; normální rozdělení
- $\gamma_G(\beta = 3,8) = 1 \times (1 + 0,7 \times 3,8 \times 0,05) = 1,13$
- $\gamma_G(\beta = 3,1) = 1 \times (1 + 0,7 \times 3,1 \times 0,05) = 1,11$

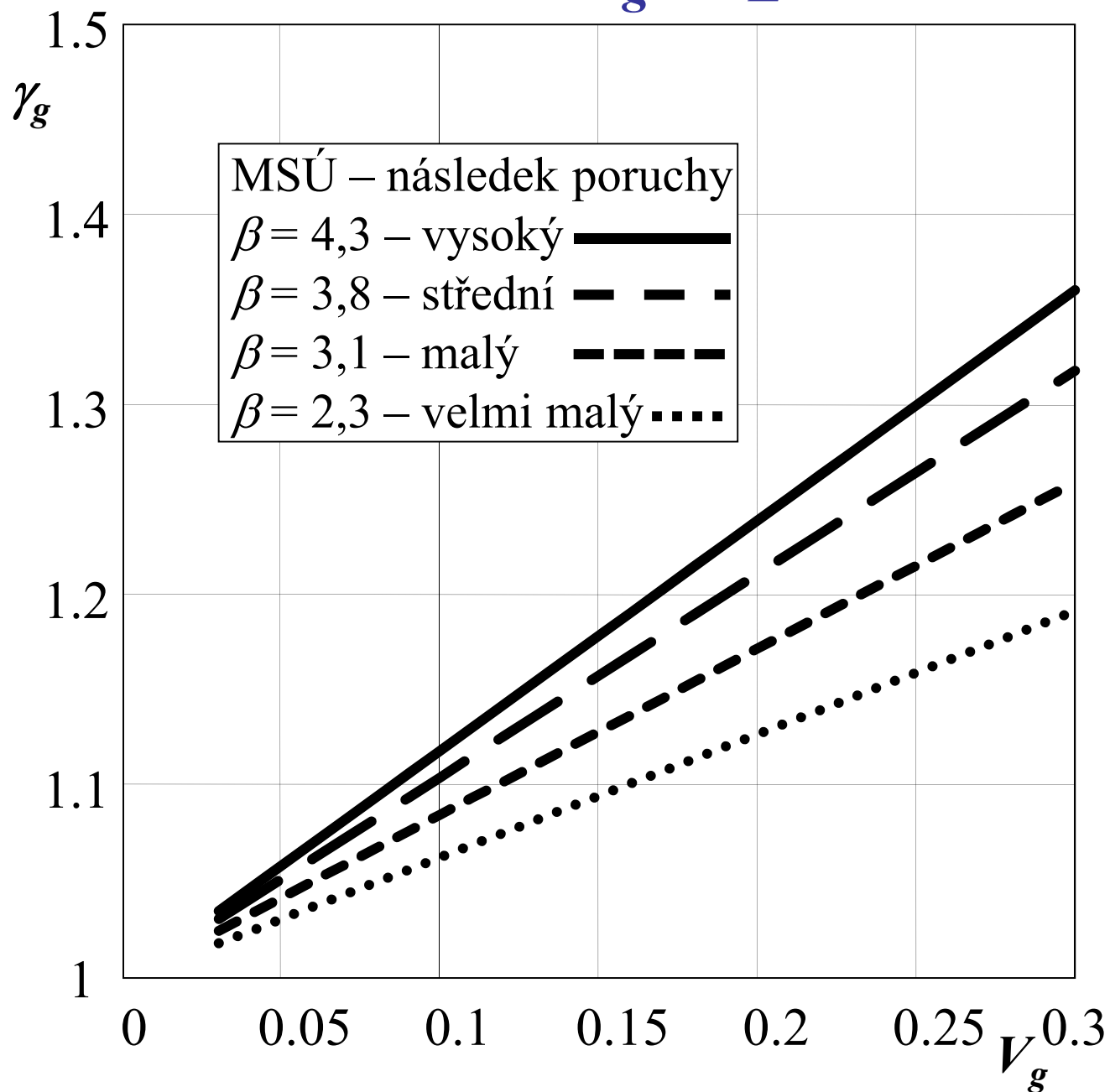
# Dílčí součinitel $\gamma_G$

- stálé zatížení s vysokou variabilitou:  $V_G = 0,25$ ; normální rozdělení
- $\beta = 3,8$ 
  - hlavní zatížení:  $\gamma_G = 1 \times (1 + 0,7 \times 3,8 \times 0,25) = 1,67$
  - vedlejší zatížení:  $\gamma_G = 1 \times (1 + 0,28 \times 3,8 \times 0,25) = 1,27$
- $\beta = 3,1$ ; hlavní zatížení:  $\gamma_G = 1 \times (1 + 0,7 \times 3,1 \times 0,25) = 1,54$

# Dílčí součinitel $\gamma_g$ ( $\alpha_E = -0,7$ )



# Dílčí součinitel $\gamma_g$ ( $\alpha_E = -0,28$ )



# Závěry

- Dílčí součinitele závisejí na náhodných vlastnostech veličiny a na směrné spolehlivosti.
- V případech nevýznamné degradace nejsou přímo ovlivněny zbytkovou životností (s výjimkou proměnných zatížení).
- Při stanovení dílčích součinitelů je potřeba uvážit modelové nejistoty.
- Při nižším počtu měření se doporučuje:
  - 1) použít dílčí součinitele dle platných norem, nebo
  - 2) použít konzervativní odhad variačního koeficientu, nebo
  - 3) provést detailní statistické vyhodnocení.