

Stanovení dílčích součinitelů

Miroslav Sýkora
Kloknerův ústav ČVUT v Praze

Stanovení dílčích součinitelů – mez kluzu

- železobetonová konstrukce, zbytková životnost t_d , $\beta = 3,8$ (MSÚ se středním následkem poruchy)
- mez kluzu betonářské výztuže - $V_s = 0,06$
- pro lognormální rozdělení
$$\gamma_s = \exp(-1,645 \times V_s) / \exp(-0,8 \times 3,8 \times V_s)$$
$$= \exp(-1,645 \times 0,06) / \exp(-0,8 \times 3,8 \times 0,06) = 1,09$$
- **AVŠAK** pokud: $\beta = 3,1$ (MSÚ s malým následkem poruchy)
$$\gamma_s = \exp(-1,645 \times 0,06) / \exp(-0,8 \times 3,1 \times 0,06) = 1,05$$

Součinitel nezávisí na zbytkové životnosti.

Beton

- pevnost betonu: $V_c = 0,16$
- nejistoty v geometrii zanedbatelné - $V_{geo} = 0$
- modelové nejistoty (napětí v betonu) - $V_{KR} = 0,05$ (TP 224)
- $V_R \approx \sqrt{(V_c^2 + V_{geo}^2 + V_{KR}^2)} = \sqrt{(0,16^2 + 0,05^2)} = 0,17$
- $\beta = 3,8$: $\gamma_c = \exp(-1,645 \times 0,16) / \exp(-0,8 \times 3,8 \times 0,17) = 1,29$
 - bez modelové nejistoty 1,25
 - hodnota $\gamma_c = 1,5$ zohledňuje navíc nejistoty, že pevnost betonu se sleduje na základě vzorků, které se nezískávají z konstrukce
- $\beta = 3,1$: $\gamma_c = \exp(-1,645 \times 0,16) / \exp(-0,8 \times 3,1 \times 0,17) = 1,17$

Vlastní tíha

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

Další stálá zatížení

- stálé zatížení s vysokou variabilitou: $V_G = 0,25$; normální rozdělení
- $\beta = 3,8$; hlavní zatížení: $\gamma_G = 1 + 0,7 \times 3,8 \times 0,25 = 1,67$
vedlejší zatížení: $\gamma_G = 1 + 0,28 \times 3,8 \times 0,25 = 1,27$
- $\beta = 3,1$; hlavní zatížení: $\gamma_G = 1 + 0,7 \times 3,1 \times 0,25 = 1,54$
- poznámka pro proměnná zatížení: součinitele se obvykle neupravují

Závěry

- Dílčí součinitele závisejí na náhodných vlastnostech veličiny a na směrné spolehlivosti, nejsou přímo ovlivněny zbytkovou životností.
- Při stanovení dílčích součinitelů je obecně 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.

Úvod

- ČSN ISO 13822, ČSN EN 1990 a ČSN ISO 2394: pravděpodobnostní metody teoretickým základem metody dílčích součinitelů
- základní ukazatele spolehlivosti - pravděpodobnost poruchy P_f (index spolehlivosti β) odpovídající referenční doby t_{ref} (např. 1 rok, zbytková životnost t_d)
- cílem:
 - vysvětlit vzájemné souvislosti těchto ukazatelů
 - naznačit využití obecných zásad pro stanovení dílčího součinitele spolehlivosti materiálu

Index spolehlivosti - ČSN ISO 13822

- zbytková životnost t_d - období, po které se za předpokladu plánované údržby uvažuje/očekává, že existující konstrukce je provozuschopná → obvykle stanovena v projektu

Následek poruchy	Směrný index spolehlivosti β_d	Zbytk. živ.
velmi malý	2,3	t_d
malý	3,1	
střední	3,8	
vysoký	4,3	

- směrné hodnoty β_d pro zbytkovou životnost t_d bez uvedení její délky, pouze v závislosti na následcích poruchy a na relativních nákladech na zajištění spolehlivosti

Návrhové životnosti podle ČSN EN 1990

- podklad pro stanovení zbytkové životnosti t_d - ČSN EN 1990
- pět tříd návrhové životnosti - doba předpokládaná při návrhu, po kterou má být konstrukce nebo její část používána pro stanovený účel při běžné údržbě, avšak bez nutnosti zásadnější opravy

Kategorie návrh. život.	Informativní návrh. život. (v letech)	Příklady
1	10	Dočasné konstrukce
2	10 - 25	Vyměnitelné konstrukční části, např. jeřábové nosníky, ložiska
3	25 - 50	Zemědělské a obdobné stavby
4	80	Budovy a další běžné stavby
5	100	Monumentální stavby, mosty a jiné inženýrské konstrukce

→ podklady pro zbytkovou životnost t_d – ČSN EN 1990

→ informativní směrné hodnoty β – ČSN ISO 13822

→ **stanovení na základě rozborů spolehlivosti a hodnocení rizik
s uvážením nákladů způsobených poruchou**

Příklad stanovení dílčího součinitele γ_Q

- zbytková životnost $t_d = 50$ let, $\beta_d = 3,8$, $t_{\text{ref}} = 10$ let ($\beta_{\text{ref}} = 4,18$)

- pro Gumbelovo rozdělení a $V_o = 0,3$

$$\gamma_{\varrho} = \frac{1 - V_{\underline{\varrho}}(0,45 - 0,78 \ln(\mathbf{10}) + 0,78 \ln(-\ln(\Phi_U(-0,7 \times \beta = \mathbf{4},\mathbf{18}))))}{1 - V_{\varrho}(0,45 + 0,78 \ln(-(\ln(0,98)))}$$

- pro původní $t_d = 50$ let a $\beta_d = 3,8$ je $\gamma_Q = \boxed{}$

- **AVŠAK** pokud: $t_d = 10$ let, $\beta_d = 2,3$, pak $\gamma_O = 1,17$