

Stanovení charakteristických vlastností stavebních materiálů

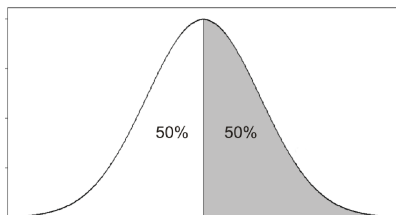
Petr Misák

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví

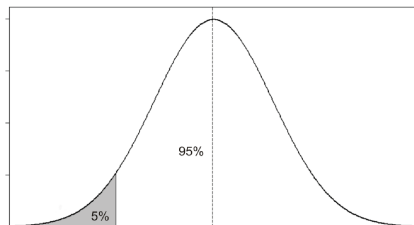
Brno 2017



Charakteristická hodnota



$\mu(\bar{X})$



$X_{0,05}$

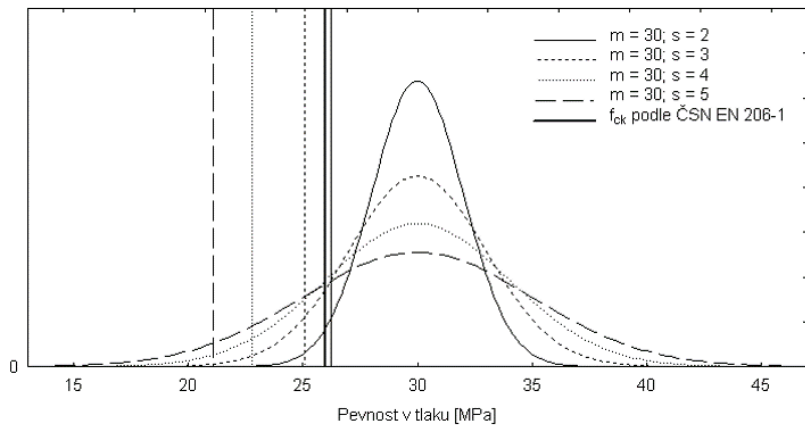
$\mu(\bar{X})$

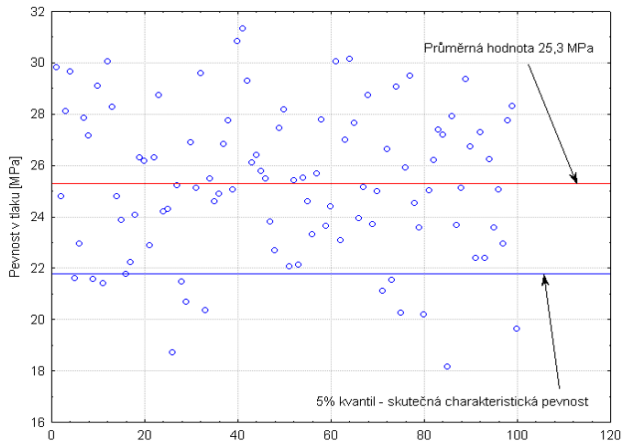
Základní normy pro stanovení charakteristické hodnoty:

- **ČSN EN 206:** Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- **ČSN EN 1990 Eurokód:** Zásady navrhování konstrukcí
- **ČSN ISO 13 822:** Hodnocení existujících konstrukcí
- **ČSN EN 13 791:** Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných dílcích

Výroba	Prvních 50 m ³	Následná výroba po prvních 50 m ³ vyrobeného betonu	
		Beton s certifikací řízení výroby	Beton bez certifikace řízení výroby
Počáteční (do získání nejméně 35 výsledků zkoušek)	3 vzorky	1 / 200 m ³ nebo 2 během týdenní výroby	1 / 150 m ³ nebo 1 během týdenní výroby
Průběžná	-	1 / 400 m ³ nebo 2 během týdenní výroby	

Výroba	Počet n výsledků zkoušek pevnosti v tlaku	Kritérium 1	Kritérium 2
		Průměr n výsledků zkoušek N/mm^2	Každý jednotlivý výsledek zkoušky N/mm^2
Počáteční	3	$\geq \underline{f_{ck}} + 4$	$\geq \underline{f_{ck}} - 4$
Průběžná	15	$\geq \underline{f_{ck}} + 1,48 \sigma$	$\geq \underline{f_{ck}} - 4$





Postup A

nejméně 15 výsledků zkoušek

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je menší z hodnot:

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k_2 \cdot s \quad (1)$$

$$f_{ck,is} = f_{is,nejmensi} + 4 \quad (2)$$

Hodnota k_2 je uvedena v národních předpisech a pokud není, uvažuje se 1,48.

Postup B

méně než 15 výsledků zkoušek

Odhad charakteristické pevnosti betonu v tlaku je menší z hodnot:

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k \quad (3)$$

$$f_{ck,is} = f_{is,nejmensi} + 4 \quad (4)$$

n	k
10 až 14	5
7 až 9	6
3 až 6	7

Využití nepřímých metod

- Polodestruktivní
- Nedestruktivní

Zjišťování jiné vlastnosti než pevnosti \Rightarrow nutno použít vztahu mezi výsledky nepřímých zkoušek a pevností v tlaku vývrtů.

Alternativa 1

přímá korelace s vývrty

- stanoví se konkrétní vztah mezi pevností v tlaku a výsledky nepřímého zkoušení pro daný posuzovaný beton za podmínek, za kterých byl zjištěn
- nejméně 18 dvojic výsledků zkoušek

Charakteristická pevnost betonu v tlaku v konstrukci je nižší z hodnot:

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - 1,48 \cdot s \quad (5)$$

$$f_{ck,is} = f_{is,nejmensi} + 4 \quad (6)$$

Alternativa 2

použití vztahu stanoveného z omezeného počtu vývrtů a ze základní křivky

- nejméně 9 dvojic výsledků zkoušek
- vypočte se posun základní křivky

Příloha D normy ČSN EN 1990 uvádí, že:

- statistické údaje se převezmou ze známých a dostatečně homogenních základních souborů a
- je k dispozici dostatečný počet pozorování nebo měření.

Při odvození charakteristické hodnoty ze zkoušek se má uvážit

- rozptyl zkušebních dat
- a statistická nejistota z hlediska počtu zkoušek apriorní statistická znalost.

stanovení jedné nezávislé vlastnosti statistickými metodami

Jedna nezávislá vlastnost X může představovat:

- odolnost výrobku
- vlastnost, která přispívá k odolnosti výrobku

Normální rozdělení pravděpodobnosti

$$X_c = m_X(1 - k_n V_X) \quad (7)$$

$$V_X = \frac{s_X}{m_X} \quad (8)$$

$$s_X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - m_X)^2} \quad (9)$$

X_c ... charakteristická hodnota

m_X ... aritmetický průměr

s_X ... výběrová směrodatná odchylka

k_n ... koeficient rozšíření

Hodnoty koeficientu k_n

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
$V_X(Z)$	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
$V_X(N)$	-	-	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

$V_X(Z)$... variační koeficient „známý“

$V_X(N)$... variační koeficient „neznámý“

Pevnost v tlaku

m_X	28,0	N/mm ²
s_X	5,0	N/mm ²
V_X	0,18	-
n	3	-

Pevnost v tlaku

m_X	28,0	N/mm ²
s_X	5,0	N/mm ²
V_X	0,18	-
n	3	-

V_X známý

k_n	1,890	-
X_c	19	N/mm ²

V_X neznámý

k_n	3,370	-
X_c	11	N/mm ²

Pevnost v tlaku

m_X	28,0	N/mm ²
s_X	5,0	N/mm ²
V_X	0,10	-
n	3	-

Pevnost v tlaku

m_X	28,0	N/mm ²
s_X	5,0	N/mm ²
V_X	0,10	-
n	3	-

V_X známý

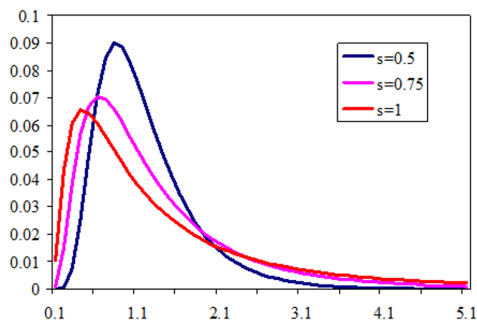
k_n	1,890	-
X_c	23	N/mm ²

V_X neznámý

k_n	3,370	-
X_c	19	N/mm ²

Logaritmicko-normální (lognormální) rozdělení

$$y = f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[\frac{-(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (10)$$



Logaritmicko-normální (lognormální) rozdělení

$$X_c = \exp [m_Y(1 - k_n s_Y)] \quad (11)$$

$$m_Y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln x_i \quad (12)$$

V_X známý

$$s_Y = \sqrt{\ln(V_X^2 + 1)} \approx V_X \quad (13)$$

V_X neznámý

$$s_Y = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^n [\ln x_i - m_Y]^2} \quad (14)$$

Pevnost v tlaku

m_{γ}	3,3	-
s_{γ}	0,179	
n	3	-

Pevnost v tlaku

m_γ	3,3	-
s_γ	0,179	
n	3	-

V_X známý

k_n	1,890	-
X_c	20	N/mm ²

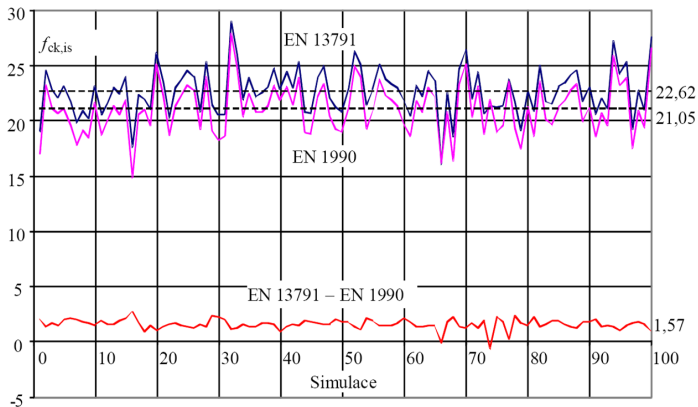
V_X neznámý

k_n	3,370	-
X_c	15	N/mm ²

Rozdělení pravděpodobnosti	V_X	X_c [N/mm ²]
Normální rozdělení	známý	19
	neznámý	11
Normální rozdělení ($V_X = 0, 10$)	známý	23
	neznámý	19
Lognormální rozdělení	známý	20
	neznámý	15

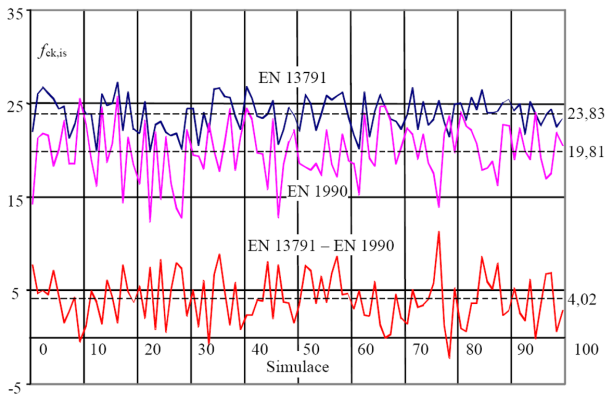
ČSN EN 1990 vs. ČSN EN 13 791

Simulace $\mu = 30 \text{ N/mm}^2$, $\sigma = 5 \text{ N/mm}^2$, $n = 15$

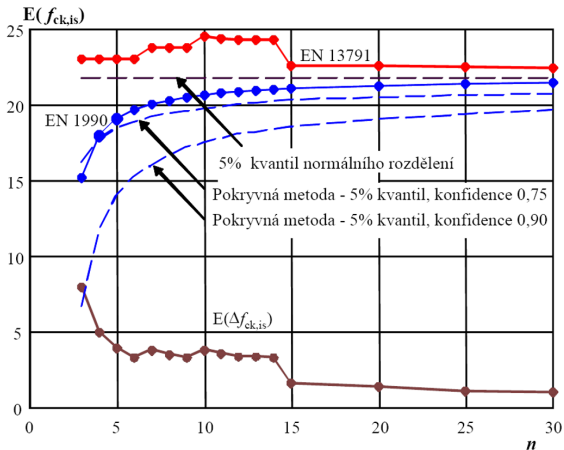


ČSN EN 1990 vs. ČSN EN 13 791

Simulace $\mu = 30 \text{ N/mm}^2$, $\sigma = 5 \text{ N/mm}^2$, $n = 7$



ČSN EN 1990 vs. ČSN EN 13 791



Dotazy?

Petr Misák

petr.misak@vutbr.cz

*Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Ústav stavebního zkušebnictví*

szk.fce.vutbr.cz