

# STANOVENÍ PEVNOSTI BETONU PODLE ČSN EN 13791 (2020) SPECIFICATION OF CONCRETE STRENGTH ACCORDING TO ČSN EN 13791 (2020)

Milan Holický, Miroslav Sýkora, Karel Jung

**Nová norma ČSN EN 13791 (2020) uvádí postupy stanovení charakteristické pevnosti betonu v existujících konstrukcích na základě zkoušek vzorků odebraných z konstrukce. Příspěvek zdůrazňuje význam testování odlehlých hodnot a kriticky hodnotí postupy odhadu charakteristických pevností podle ČSN EN 13791 a základního Eurokódu ČSN EN 1990. Postup podle ČSN EN 13791 je částečně statisticky nepodložený, a proto se doporučuje jej plně harmonizovat s obecnými zásadami ČSN EN 1990.**

New standard ČSN EN 13791 (2020) provides the procedures for estimating characteristic strength of in-situ concrete using cores specimens. The submitted contribution reviews the testing of outlying observations and compares the estimation in accordance with ČSN EN 13791 and ČSN EN 1990. It is shown that the approaches in ČSN EN 13791 are only partly based on the principles of mathematical statistics and it is recommended to harmonise fully the estimation with the procedures in ČSN EN 1990.

Nová evropská norma EN 13791 (2019) Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components je již zavedena do soustavy českých norem pod označením ČSN EN 13791 (2020) Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích [2]. Norma uvádí postupy stanovení charakteristické pevnosti betonu v existujících konstrukcích na základě zkoušek vzorků odebraných z konstrukce. Nová ustanovení, která navazují na předchozí (dnes již neplatnou) normu EN 13791 (2007) [1], jsou pokusem o sjednocení s obecnými zásadami uvedenými v platném Eurokódu ČSN EN 1990 (2004) [3].

## Testy odlehlých pozorování

ČSN EN 13791 (2020) [2] uvádí nejdříve testy odlehlých pozorování, které je účelné uplatnit před zpracováním dostupného souboru měření. Jestliže jsou minimální nebo maximální hodnoty souboru výrazně odlišné od ostatních pozorování, pak může jít o odlehlá pozorování (ovlivněná nepřesnostmi měření, lokálními odchylkami nebo chybami

záznamu naměřené hodnoty), která je nutné prověřit. V těchto případech se uplatňují statistické testy odlehlých pozorování umožňující odlišit náhodné a významné (nenáhodné) odchylky a rozhodnout, která pozorování je třeba vyloučit z dalšího zpracování souboru dostupných měření.

Nejčastěji se uplatňují Grubbsův test a Dixonův test [4] až [7]. V nové ČSN EN 13791 (2020) [2] se uvádí pouze Grubbsův test, který předpokládá, že soubor pozorování byl odebrán ze základního souboru s normálním rozdělením. Souborová data měření  $f_{(i)}$  jsou nejdříve seřazena podle velikosti:

$$f_{(1)} \leq f_{(2)} \leq f_{(3)} \leq \dots \leq f_{(n-1)} \leq f_{(n)}. \quad (1)$$

Pokud se předpokládá lognormální rozdělení pevnosti betonu v tlaku, nahradí se hodnoty  $f_{(i)}$  přirozenými logaritmy  $\ln f_{(i)}$ .

Extrémní hodnoty  $f_{(1)}$  a  $f_{(n)}$  jsou předmětem testu odlehlých pozorování. Nejmenší hodnota  $f_{(1)}$  se považuje za odlehlé pozorování (vlivem nepřesnosti měření, lokálních odchylek a chyb v záznamu), jestliže:

$$\begin{aligned} \tau_0 &= (f_m - f_{(1)}) / s \geq \tau_\alpha, \\ f_m &= \sum f_{(i)} / n, \\ s &= \sqrt{[\sum (f_{(i)} - f_m)^2] / (n - 1)}, \end{aligned} \quad (2)$$

kde  $f_m$  označuje průměr a  $s$  směrodatnou odchylku souboru měření. Kritická hodnota testu  $\tau_\alpha$  je uvedena v tabulkách v závislosti na hladině významnosti  $\alpha$ , která udává pravděpodobnost chyby prvního druhu, tj. chybného rozhodnutí. V případě testů odlehlých pozorování se zpravidla uvádějí hladiny významnosti  $\alpha = 1 - p = 1\%$  nebo  $5\%$ , kde  $\alpha$  představuje pravděpodobnost chybného označení dobrého pozorování za odlehlé a  $p$  je pravděpodobnost přijetí dobrého pozorování. Tabulka uvedená v normě [2] udává hladinu významnosti  $1\%$  a je převzata z ISO 5725-2 [7] a americké národní normy ASTM E 178-02 [4] (norma ASTM však pro jednostranný test odlehlých pozorování uvádí k těmto kritickým hodnotám hladinu významnosti  $0,5\%$ ). Pokud  $\tau_0 \geq \tau_\alpha$ , považuje se odchylka nejmenší hodnoty  $f_{(1)}$  za významnou.

Předpoklad Grubbsova testu, že testovaná měření  $f_{(i)}$  představují vý-