

EFEKTIVNÍ HODNOCENÍ TRVALÉ UDRŽITELNOSTI BETONU S PŘÍRODNÍM PUCOLÁNEM

EFFECTIVE ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY OF CONCRETE WITH NATURAL POZZOLAN

TEXT Petr Lehner, Kristýna Hrabová, Pratanu Ghosh, Petr Konečný, Břetislav Teplý

Celosvětová snaha o směřování k uhlíkové neutralitě vede k tzv. trvalé udržitelnosti, definované jako zachování životního prostředí. Beton, který je nejčastěji používaným stavebním materiálem, je zodpovědný za vznik 5 až 7 % z celkové produkce CO₂. Pro potřeby managementu v betonovém stavitelství je proto výhodné používat nástroje umožňující hodnocení variant složení betonu také z hlediska udržitelnosti. Jednou z možností je využití tzv. indikátoru udržitelnosti. Tento nástroj je představen na příkladu betonů obsahujících pucolánovou příměs, která slouží mj. ke snížení spotřeby slínku, podílejícího se významně na produkci CO₂.

The global effort to move towards carbon neutrality leads to sustainability, defined as protecting the environment for future generations. Concrete, the most used construction material, is responsible for generation of 5 to 7 % of total CO₂ production. For concrete constructions management, it is advantageous to use tools enabling the evaluation of mixture variants also from the point of view of sustainability. One of the possibilities is the use of the so-called sustainability indicator. It is presented on the example of mixtures containing pozzolanic admixture and reducing the utilization of clinker which contributes significantly to CO₂ production.

Indikátor trvalé udržitelnosti materiálu

Možné aspekty budoucnosti navrhování betonových konstrukcí představené v [1] souvisí i s využitím indikátoru udržitelnosti materiálu k_{SB} , který by měl být v současné době zařazen do revidované ČSN P 73 2404 [2]. Hodnocení betonu lze provádět pomocí tohoto indikátoru definovaného vztahem (1). Jedná se o modifikaci potenciálu udržitelnosti materiálu představeného H. Müllerem v [3]. Indikátor k_{SB} byl již formulován [4] nejprve v jednodušším tvaru, bez veličiny C , která pak byla zahrnuta do finálního vztahu (1) uvedeného též v [5]. Tato úprava je vhodná zejména pro situace, kdy je nutné brát na zřetel kromě udržitelnosti i cenu výrobku, což lze očekávat např. v období hospodářského propadu vlivem koronavirové pandemie, kdy bude stěžejí přijatelné volit „zelená“ řešení, ne vždy ekonomicky výhodná. Indikátor k_{SB} umožňuje při hodnocení variant přihlížet současně k ekonomickému i ekologickému hledisku.

$$k_{SB} = \frac{\frac{R}{R_{ref}} \cdot \frac{L}{L_{ref}}}{\frac{E}{E_{ref}} \cdot \frac{C}{C_{ref}}}, \quad (1)$$

Ve vztahu (1):

- veličina R představuje vhodnou mechanickou charakteristiku betonu, a to nejlépe pevnost v tlaku,
- životnost L musí být stanovena pro použití posuzovaného betonu v návrhovém prostředí a pro navrhovaný typ použití. Pomocí vhodného analytického modelu (např. [6], [7]) se pak určí životnost L [roky]. Není-li vhodný model či nástroj k dispozici, lze pro L použít také tzv. pseudoživotnost, tj. hodnotu veličiny, která by vystupovala při analýze skutečné životnosti – např. difuzní součinitel při prostupu chloridových iontů betonem apod. [9], [10],
- ekologické náklady E jsou fiktivními náklady, které by mohly být vynaloženy na redukci dopadů na životní prostředí na udržitelnou úroveň a zahrnují vliv těžby a zpracování materiálů a s tím také sou-

visející svázané emise různého druhu, spotřebu energií atd. Jednotlivé složky lze nalézt v příslušných databázích, např. [8], a výsledek je součtem dílčích položek,

- cena betonu C , tj. cena materiálu, je převážně závislá na regionu či zemi, což by mohlo při hodnocení a srovnávání různých typů betonů vést ke zkreslení. Vzhledem k tomu je možné vliv ceny ve vztahu (1) vynechat jednoduchým zavedením referenční hodnoty $C = C_{ref}$. Naopak v případech, kdy je cenové hledisko z různých důvodů rozhodující, je možno jeho vliv zvýraznit vhodným váhovým koeficientem, kterým se cena C upraví (obvykle zvýší),
- referenční hodnoty R_{ref} , L_{ref} , E_{ref} a C_{ref} ve vztahu (1) jsou libovolně zvolené hodnoty, nejlépe však hodnoty příslušné jednomu betonu. To zajišťuje bezrozměrnost indikátoru udržitelnosti k_{SB} . Při hodnocení a porovnávání variant betonů je tedy nejprve nutno uvážit, jakým způsobem a v jakém pro-