

# TVRDOMĚRNÉ METODY ZKOUŠENÍ BETONU – ČÁST I. ■

## REBOUND HAMMER TESTING OF CONCRETE – PART I.

Petr Cíkrle, Dalibor Kocáb

Článek pojednává o vývoji tvrdoměrných metod pro zkoušení ztvrdlého betonu zabudovaného v konstrukcích. Problém zjištění kvality betonu přímo v konstrukci začal být vědecky řešen až ve 30. letech 20. století. Jednou z prvních metod bylo ostřelování povrchu betonu z revolveru Nagant a měření objemu kráteru, dále se rozvíjely metody vtiskové (zatlačování kuličky) a metody vnikací (ruční zarážení dláta). Článek připomíná české výzkumníky a jejich metody, které ve své době dobře sloužily ke zjištění kvality betonu nižších pevnostních tříd.

■ The paper deals with the history and development of the sclerometric testing of concrete in situ. The idea of assessing the quality of concrete in a structure only began attracting scientific attention in the 1930s. One of the early methods was shooting the concrete surface with a Nagant revolver and examining the crater. Other methods were based on ball indentation or manually driving in a chisel. This paper discusses Czech researchers and the methods they developed for assessing concrete quality during their time.

Betonové konstrukce byly a jsou budovány mimo jiné s cílem zajistit jejich dlouhodobou životnost, bezpečnost, trvanlivost, únosnost, stabilitu a provozní a funkční spolehlivost. Již v průběhu výstavby nebo kdykoliv v průběhu užívání stavby však může vzniknout potřeba vlastnosti betonu konstrukce ověřit nebo zjistit. Potřeba diagnostiky betonu vzniká nejčastěji z těchto důvodů:

- u nové konstrukce je ověření kvality betonu přímo v konstrukci požadováno investorem či uvedeno v kontrolním a zkušebním plánu,
- je nutno sledovat nárůst pevnosti betonu v tlaku krátce po vybetonování, např. z důvodu odbednění, ohřevu betonu v zimě či vnesení předpětí,
- u starší konstrukce je připravována modernizace či nadstavba, má dojít např. k přetížení konstrukce anebo ke změnám ve statickém působení (odstranění části prvků, zeslabení průřezů apod.),
- u konstrukce (bez ohledu na stáří) vznikla pochybnost o kvalitě betonu, často podložena negativními jevy (objevily se např. trhliny, nadměrné průhyby, vizuální defekty, podezřelá barva apod.).

Jak ověřit kvalitu betonu přímo v konstrukci? Použitelných metod není příliš mnoho, v zásadě je dělíme na nedestruktivní (např. ultrazvuk, tvrdoměry) a destruktivní (např. jádrové vývrty). V případě některých metod lokálního porušení hovoříme o semidestruktivních zkouškách. Nedestruktivní zkoušení betonu je definováno jako zkoušení betonu na tělesech, dílcích nebo konstrukcích, které se zkoušením vůbec neporuší nebo poruší jen tak nepatrně, že tím statická funkce zkoušeného tělesa nebo části konstrukce není dotčena [1].

Jasnou jedničkou v nedestruktivním zkoušení betonu je tvrdoměrná metoda, a proto se jí v následující minisérii článků chceme věnovat. První díl této plánované trilogie je věnován vývoji

tvrdoměrných metod, ve druhém dílu se budeme zabývat zkoušením betonu odrazovými tvrdoměry v nových i starších konstrukcích podle normových postupů, poslední díl pak představí některé novinky, výzkum a vývoj.

### POČÁTKY TVRDOMĚRNÝCH METOD

Potřeba zjistit kvalitu betonu přímo v konstrukci a pokud možno bez jejího porušení vznikla již v dobách úsvitu betonového stavitelství. Jak to však bývá, zpočátku nebyly k dispozici žádné nedestruktivní zkušební metody a jejich vývoj byl zdoluhavý. Zatímco laboratorní metody byly propracované od samého počátku, neboť kromě zkoušek na tělesech se provádělo i ověřování na nosnicích a modelech, kontrola betonu zabudovaného v konstrukci byla odkázána na vizuální pozorování, doplněné maximálně použitím jednoduchých pomůcek typů kladívko a dláto. Teprve ve 30. letech 20. století se začínají téměř současně v Německu a Sovětském svazu provádět první zkoušky na ztvrdlém betonu, většinou na principu vnikacím či vtiskovým. Jednu z prvních metod představil v roce 1934 u nás v minulosti dobře známý sovětský profesor G. S. Skramtajev [2], který ostřeloval beton ze vzdálenosti 8 m revolverem systému Nagant (obr. 1).

Střela měla niklový plášť, hmotnost 7 g a ústovou rychlost 275 m/s. Důvody k volbě tohoto původem belgického revolveru spočívaly v rozšíření této zbraně v ruské a posléze sovětské armádě a také ve speciální konstrukci náboje, kdy zcela ukrytá střela při výstřelu roztáhla plášť a ten dokonale utěsnil komoru, takže nedocházelo k únikům plynu a všechny výstřely měly stejnou rychlost a energii. Pevnost betonu v tlaku se určovala z objemu kužele, který se na povrchu konstrukce vytvořil (samozřejmě byl idealizován, měřila se hloubka kráteru a jeho průměr). Jak vyplývá z cejchovní křivky na obr. 2 [3], metoda dokázala odhalit spíše velmi špatný nebo špatný beton, při nárůstu pevnosti v tlaku nad 10 MPa (100 kg/cm<sup>2</sup>) její citlivost výrazně klesala. Metodu nebylo možné použít ani v případě malého odstupu či nepřístupných míst. Literatura se nezmiňuje o případných rizicích při provádění této zkoušky ani o ochranných pomůčkách, zdali vůbec byly nějaké používány.



1