

# DIAGNOSTIKA A ZOSTATKOVÁ ŽIVOTNOSŤ ŽELEZOBETÓNOVÝCH KONŠTRUKCIÍ PRIEMYSELNÝCH STAVIEB

Patrik Ševčík<sup>1</sup>  
Peter Briatka<sup>2</sup>

## Abstrakt

Existuje viacero dôvodov prečo robiť diagnostiku a odhadovať zostatkovú životnosť konštrukcií priemyselných stavieb. Zvyčajne sú to dôvody ekonomické – plánovanie investícií, odpredaj (alebo) prenájom, ale aj technické posúdenie bezpečnosti a schopnosti prenášať špecifické zaťaženia. TSÚS v posledných rokoch vykonalo niekoľko takýchto diagnostík (nielen na priemyselných stavbách). V tomto príspevku predstavujeme metodické kroky, známe i menej známe skúšobné postupy a zistenia.

## Text príspevku

Zákazníci, ktorí sa na TSÚS obrátili s požiadavkou na diagnostiku železobetónových konštrukcií zvyčajne potrebovali získať informácie o zostatkovej životnosti konštrukcie(i). V niektorých prípadoch aj odpoveď na otázku, či je konštrukcia bezpečná, resp. či bezpečne prenesie určité očakávané zaťaženia po adaptácii stavebného objektu.

---

<sup>1</sup> Ing., Technický a skúšobný ústav stavebný, Studená 3, 82104 Bratislava

<sup>2</sup> Ing., Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 81368 Bratislava

TSÚS sa počas svojej takmer 60 ročnej tradície podieľalo alebo viedlo viacero diagnostických úloh. Za túto dobu sa osvedčil algoritmus metodických krokov diagnostiky, ktorý by mal byť súčasťou každej sanácie alebo jej predchádzať.

Počas prvotného rozhovoru so zákazníkom získavame základné informácie o dôvode diagnostiky, o stavbe, členení stavebných objektov, rozsahu prác a v neposlednom rade o termínoch plnenia. Obvykle nasleduje v operatívna interná porada o schopnosti uchádzať sa o zákazku (najmä z hľadiska termínov). V prípade kladného výsledku sa dohodne prvotná obhliadka konštrukcie (stavby a súvisiacej prevádzky). Počas nej, 2-3 riešitelia zistia predpokladaný rozsah prác a informujú o tom objednávateľa. Vyžadujú si prípravu existujúcej projektovej dokumentácie skutočného vyhotovenia (resp. plánovaného stavu ak sa jedná adaptáciu prevádzky). Po obhliadke sa spracuje cenová ponuka s predpokladaným rozsahom diagnostických prác. Rozsah nemôže byť definitívny vzhľadom na to, že sa vopred nevie určiť rozptyl výsledkov a rovnorodosť materiálu v konštrukcii. Je preto nevyhnutné prezentovať cenovú ponuku ako orientačnú, s uvedením jednotkových cien za jednotlivé výkony. Po akceptovaní cenovej ponuky objednávateľom sa okamžite preberie (prichystaná) projektová dokumentácia a začínajú sa prípravy na práce in situ. Zostaví sa definitívny riešiteľský tím vrátane technikov a podporného personálu. Keď je zloženie tímu známe, začnú sa plánovať diagnostické práce (1 alebo viac etáp). S nimi súvisí aj absolvovanie rôznych školení u objednávateľa a vybavenie povolení na vstup, na fotografovanie, atď. Na začiatku diagnostických prác riešitelia vytypujú miesta deštruktívnych skúšok resp. odberu vzoriek a označia ich technikom. Tí následne začnú s odberom vzoriek za asistencie jedného z riešiteľov. Medzičasom riešitelia

vykonávajú nedeštruktívne skúšky alebo merania a dokumentujú stav predmetnej konštrukcie.



Už počas merania sú tak schopní operatívne riadiť tím technikov ohľadne množstva a polohy odobratých vzoriek. Po ukončení diagnostiky in situ sa (zvyčajne) pokračuje laboratórnymi skúškami odobratých vzoriek. Riešiteľský tím zafinuje chronologický postup skúšok a po ich vykonaní zanalyzuje výsledky a vykoná syntézu zistení z nedeštruktívnych a deštruktívnych skúšok. Hlavný riešiteľ zistenia zhrnie v záverečnej správe a podrobí dokument internej diskusii resp. pripomienkovaniu. Spracovaný dokument následne opúšťa TSÚS.

Niekedy sa stane, že objednávate požaduje aj návrh sanácie alebo odhad nákladov. V takomto prípade spracujeme rámcový návrh postupu sanácie s upozornením, že konkrétne riešenie (varianty riešenia) sanácie by sa malo(i) overiť na skúšobných plochách (vzorkách). Odhad ceny je predmetom oceňovania stavebných prác. Takúto činnosť nevykonávame. Je však možné zabezpečiť aj ocenenie, ale formou subdodávky.

Známych je veľa diagnostických a skúšobných metód. Rozdelíme ich z hľadiska použitia in situ vs. v laboratóriu.

Priamo na konštrukcii sa uplatňujú najmä nedeštruktívne metódy, ako napríklad: merania presnosti a rozmerov konštrukcií, tvrdomerné metódy stanovenia pevnosti v tlaku; meranie dynamického modulu pružnosti (prípadne aj hĺbky trhliny v betóne) ultrazvukovou metódou; meranie hrúbky krycej vrstvy výstuže a lokalizácia polohy výstuže; stanovenie objemovej hmotnosti resp. vlhkosti troxlerovou metódou, stanovenie hutnosti betónu Torrentovou metódou, zisťovanie prítomnosti rôznych chemických látok na povrchu konštrukcie pomocou indikátorov, (dlhodobé) meranie okrajových podmienok okolitého prostredia; Meranie povrchovej vlhkosti betónu kapacitnou metódou; Meranie pH (hĺbky karbonatácie) betónu metódou závrtovej do konštrukcie s použitím vhodného indikátora (napr.: fenolftalein) a meranie vibrácií a/alebo deformácií konštrukcie pri určitom zaťažení.

V laboratóriu je zvyčajne účelné vykonať kontrolné skúšky dôležitých mechanických vlastností na odobratých vzorkách. Tieto vlastnosti sú závislé od charakteru a využitia konštrukcie (napr. pevnosť v tlaku na zvislých prútoch konštrukciách a pevnosť v ťahu za ohybu pri horizontálnych konštrukciách ako sú vozovky). V laboratórnych podmienkach sa stanovujú aj objemové hmotnosti (dôležité napríklad pre určenie stáleho zaťaženia); dynamické moduly pružnosti; zostatková plocha účinného prierezu výstuže a obsah chloridov v betóne.



Výsledky oboch metód oboch skupín je potrebné analyzovať a dať do vzájomnej súvislosti podľa rôznych spoločných znakov konštrukcie, prevádzky alebo zaťaženia. Inými slovami je potrebné vykonať syntézu zistení. Znakom konštrukcie môže byť jej statická schéma, vystuženie a/alebo existujúca porucha, ktorá predurčuje mechanizmus skarcovania zostatkovej životnosti. Podľa tohto mechanizmu je potrebné ďalej posúdiť aktuálny stav a aj z doterajšieho vývinu poruchy odvodiť predikciu dosiahnutia istého nevyhovujúceho stavu. V niektorých prípadoch môže tento stav zadefinovať objednávateľ, napríklad maximálnou odchylkou od miestnej rovinnosti, ktorá ešte umožní prevádzku. Ak sa však jedná napr. o konštrukciu žeriavovej dráhy, potom je nevyhovujúci stav zadefinovaný prostredníctvom medzných stavov. Niekedy môže byť rozhodujúca odolnosť betónu proti účinkom vody (resp. mrazuvzdornosť), inokedy zase efektívna (neskorodovaná) plocha výstuže v betónovom priereze a statická únosnosť. Zostatkovú životnosť preto treba predikovať s ohľadom na veľké množstvo okrajových podmienok.

Diagnostika železobetónových konštrukcií (obzvlášť u priemyselných stavieb) a prípadná následná sanácia je náročná činnosť spojená s vysokými požiadavkami na kvalifikáciu, dostatočné technické zázemie a kapacity ľudských zdrojov jej zhotoviteľa. V prípade priemyselných konštrukcií totiž vystupuje jeden závažný faktor – prevádzka. Neraz je potrebné prispôbiť všetky práce prevádzke, ktorá nemôže byť za žiadnych okolností prerušená (napríklad stavby energetického hospodárstva). Naše praktické skúsenosti s diagnostikou prakticky všetkých druhov konštrukcií vytvárajú základný predpoklad úspešnej diagnostiky a neskôr aj sanácie. Investorom odporúčame výkon

## dohľadu a výrobnno-kontrolných skúšok počas realizácie sanácie.

- [1] Bilčík J., Cesnak J.: Poruchy a rekonštrukcie nosných sústav. Životnosť, poruchy a rekonštrukcie nosných betónových a murovaných konštrukcií, STU, Bratislava, 1998.
- [2] TP05/2002: Prognózovanie vplyvu porúch na zaťažiteľnosť mostov a stanovenie zostatkovej životnosti mostov. Metodická príručka, Slovenská správa ciest, Apríl 2002.
- [3] Diem P.: Zerstorungsfreie Prufmethoden fur das Bauwesen (Nedeštruktívne metódy skúšania v stavebníctve), Bauverlag, Wiesbaden und Berlin, 1982.
- [4] Pavlík A., Doležel J.: Nedeštruktívne vyšetřovanie betónových konštrukcií, SNTL Praha, Praha, 1977.
- [5] Křístek R.: Matematické modely karbonatácie betónu a vápennej malty, VUT v Brně, Fakulta stavební, Ústav chemie, Brno, 2003.
- [6] Matoušek, M.: Vliv vzdušného kyslíčnicku uhličitého na betonové konstrukce. In: Životnosť nosných konstrukcií betonových staveb a panelových domů, ČVTS, Brno, 1975, s. 89-92.
- [7] Janotka I., Krajčí L.: Stanovenie stupňa karbonatácie betónu, Ústav stavebníctva a architektúry SAV, Bratislava, 2001.
- [8] Likeš J., Laga J.: Základní statistické tabulky, SNTL - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1978.
- [9] Jílek M.: Statistické toleranční meze, SNTL - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1988.
- [10] Review of Mechanistic Understanding and Modeling and Uncertainty Analysis Methods for Predicting Cementitious Barrier Performance, Cementitious Barriers Partnership CBP-TR-2009-002, Rev.0, United States Department of Energy, Office of Environmental Management Washington, DC, 2009.