



## PERSONÁLNÍ CERTIFIKACE OPERÁTORŮ TRYSKY

Zpracovali: Doc. Dr. Ing. Jan Pruška (Fakulta stavební ČVUT v Praze) a kolektiv řešitelů

### Souhrn

V podzemním stavitelství se stříkané betony používají pro ostění tunelů nebo konstrukcí složitého tvaru a při zajišťování zemních těles v portálových úsecích. Na dosažení požadovaných vlastností ostění ze stříkaného betonu má zcela zásadní vliv způsob provedení nástřiku. Z tohoto důvodu se dnes vyžaduje, aby operátor trysky měl potřebnou kvalifikaci. Tento požadavek je sice již zahrnut v technických předpisech (jak MD, ČD či ŘVC), nicméně od doby jejich vydání či revize (poslední 2009) došlo ve světě v oblasti stříkaných betonů ke značnému pokroku. Jedná se o používání stříkaného vláknobetonu, stříkaných izolací, jednoplášťových ostění ze stříkaného betonu, vývoj strojů na stříkaný beton a též vznikly 3D simulátory pro výcvik operátorů trysky. Vzhledem k těmto skutečnostem je nutné inovovat metody pro výcvik operátorů trysky i schvalovací kritéria. V prvním roce řešení tohoto pracovního tématu byla vypracována rešerše domácích i zahraničních publikací. Na základě rešerše byl vypracován materiál o současném stavu výcviku a přezkušování operátorů trysky.

### Oblast použití

Technologie stříkaných betonů je v současné době využívána stále častěji. Nejedná se již jen o používání této technologie pro primární (tj. dočasná) ostění tunelů nebo konstrukcí složitého tvaru nebo pro dočasná zajišťování zemních těles. Stále častěji se stříkané betony využívají jako definitivní způsob zajištění – např. při rekonstrukcích podzemních staveb, zejména tam, kde by bylo nákladné a mnohdy nemožné použití klasické technologie čerpání betonu. Výsledná kvalita provedení stříkaného betonu je závislá na následujících faktorech:

- složení směsi,
- kvalita podkladu,
- technologie nástřiku (suchá nebo mokrá cesta),
- kvalita provedení nástřiku,
- ošetřování nástřiku.

Zkušenosti z praxe ukazují, že při použití stejné receptury a stejných podmínek dochází k výrobě

stříkaného betonu různé kvality, což je způsobeno vlivem provedení nástřiku. Je možné použít opatření nutná k udržování a řízení kvality stříkaného betonu v souladu se specifikovanými požadavky. Kvalita podkladu se dá zabezpečit jednoduchým odstraněním rozstříku a volného spadlého materiálu před nanášením stříkaného betonu. Existují dvě technologie stříkaného betonu (suchá cesta a mokrá cesta), v dnešní době se však dává přednost nástřiku mokrou cestou. Na dosažení požadovaných vlastností ostění ze stříkaného betonu (zvláště pevnost a trvanlivost) má největší vliv lidský faktor - operátor trysky – viz obr. 1 a 2. Z tohoto důvodu je dnes běžně vyžadováno, aby operátor trysky měl potřebnou kvalifikaci (tento požadavek je např. zahrnut v TKP Kapitola 24 TUNELY). Vzhledem k rychlému vývoji v oblasti strojů pro stříkaný beton, inovování směsí stříkaného betonu, zavádění stříkaného vláknobetonu či vodonepropustného betonu a vývoji v simulační technice nácviku je nutné inovovat stávající metody výcviku personálu pro stříkání betonu i stávající legislativní předpisy (TP, TKP apod.).

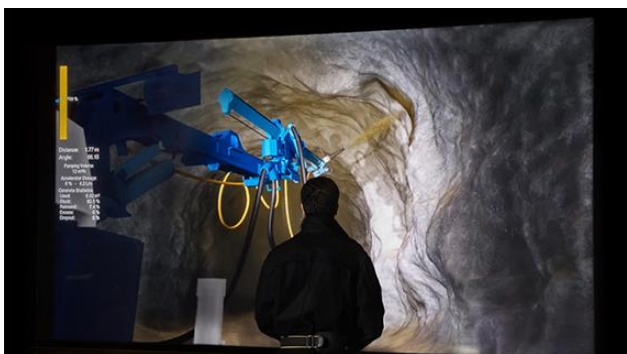


Obr. 1 Ukázka špatně provedeného nástřiku [4].

Největší pokrok nastal v oblasti praktického výcviku operátorů trysky. Zde byl vyvinut 3D simulátor manipulátorů pro nástřik betonů, viz Obr. 3. Tento simulátor značně zjednodušuje výcvik pracovníků, neboť pro získání základních dovedností odpadá potřeba mít k dispozici místo pro nástřik primárního ostění.



Obr. 2 Vliv způsobu nástřiku na kvalitu ostění (betony zhotoveny ze stejné betonové směsi za stejných podmínek různými operátory trysky [4]).



Obr. 3 Ukázka 3D simulátoru pro výcvik operátorů trysky[5].

## Metodika a postup řešení

Provedená rešerše byla zaměřena na získání všech materiálů a podkladů sloužících pro provedení personální certifikace operátorů trysky v ČR i vybraných materiálů zahraničních – programy ACI/ASA a EFNARC. Certifikace operátorů trysky sestává z teoretické přípravy a praktického ověření dovedností a znalostí pracovníků provádějících nástřik betonu. Při testování pracovníků je především kladen důraz na praktické dovednosti (dodržování zásad, zručnost, spolupráce s obsluhou čerpadla či stříkacího stroje, množství spadu, kvalita výsledného produktu, atd.). Praktická kvalifikace bývá ověřována nástřikem na výrub (stěny, strop) a nástřikem do zkušebních forem. V této oblasti je v současné době možné použít 3D simulátor pro operátory trysky, který vyvinula firma Edvirt (umožňuje simulovat stroje pro nástřik firm MEYCO, AMV a JAMA). Tento simulátor urychluje a zlevňuje praktický výcvik, neboť pro získání základních dovedností není zapotřebí žádný materiál, stroj pro nástřik a hlavně plocha pro nástřik (štola, tunel). Tento simulátor byl k dispozici na světové tunelářské konferenci WTC 2015 v Dubrovniku, kde si někteří řešitelé projektu simulátor osobně vyzkoušeli.

## Výsledky

Na základě řešení daného úkolu byl vypracován materiál seznamující odbornou veřejnost o možnosti využití 3D simulace operátora trysky. Dále na základě rešerše stávajících předpisů řešících certifikaci operátora trysky byly stanoveny oblasti, které je nutné inovovat:

- zavedení zkoušek pro nástřik vláknobetonu,
- zavedení zkoušek pro nástřik izolací,
- zavedení zkoušek pro nástřik jednovrstevných ostění z vodonepropustných betonů,
- umožnění využití 3D simulátoru nejen pro výcvik, ale i pro certifikaci základních dovedností operátorů trysky.

## Závěr

V průběhu práce v prvním roce řešení úkolu byly shromážděny a připraveny potřebné materiály k vytvoření inovované metodiky pro výcvik personálu pro stříkání betonu a schvalovací kritéria.

Zároveň byla vypracována rešerše popisující možnost využití 3D simulátoru operátorů trysky stříkaného betonu.

## Literatura

- [1] Technické kvalitativní podmínky staveb českých drah: Kapitola 20 – Tunely. 3. vyd. Praha: České dráhy, s. o. – Divize dopravní cesty, o. z., 2001.
- [2] Hilar, M., Thomas A., Falkner, L.: Nejnovější inovace v provádění ostění ze stříkaného betonu. Tunel, 2005, ročník 14., č. 4, str. 11. ISSN: 1211 – 0728.
- [3] Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací: Kapitola 24 – Tunely. Praha: Ministerstvo dopravy, 2006.
- [4] Hilar, M. a kol.: Stříkaný beton v podzemním stavitelství., 2008. Edice „Dokumenty CZTA“. [http://www.ita-aites.cz/cz/zakladni\\_informace/edice\\_dokumenty\\_ctuk/](http://www.ita-aites.cz/cz/zakladni_informace/edice_dokumenty_ctuk/) (dostupné listopad 10, 2015).
- [5] Edvirt: 3D Shotcrete Simulator <http://edvirt.com/?q=node/58>, (dostupné listopad 10, 2015).