



## JEDNOPLÁŠŤOVÁ OSTĚNÍ U KONVENČNÍCH RAŽEB

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

### Souhrn

Jednoplášťová ostění jsou typická pro mechanizovanou ražbu tunelovacími stroji, kdy je jednoplášťové ostění tvořeno ze železobetonových segmentů. Současný trend však zavádí použití jednoplášťových ostění i do tunelů ražených konvenčními metodami, kdy se nastříkaná vrstva betonu či vláknobetonu uvažuje jako trvalá nosná vrstva. Tento způsob zabezpečení podzemního díla vede k úspoře nejen ceny, ale i času (odpadá nutnost aplikace izolací a budování sekundárního ostění). Ve vyspělém světě jsou případy úspěšné realizace jednoplášťových ostění u konvenčních ražeb, nicméně prokazování dlouhodobé únosnosti, nepropustnosti a trvanlivosti ostění je obtížné. V prvním roce řešení tohoto úkolu se kolektiv řešitelů zaměřil na rešeršní činnost, kde sledoval použití jednoplášťových ostění ve světě (každý projekt je jiný a proto se i jednoplášťová trvalá ostění od sebe liší), způsob zaručení dlouhodobé funkčnosti těchto ostění a hledání řešení, která jsou optimální a liší se od tradičních postupů.

### Oblast použití

Tunely ražené plnoprofilovými tunelovacími stroji jsou zpravidla zajištěny jednoplášťovým ostěním ze železobetonových segmentů. Jednoplášťová ostění se však v poslední době začínají používat i u konvenční ražby (a to nejen u metody NRTM, ale i nových metod, jako např. LaserShell). U ražby konvenčními metodami se používají stříkané betony či vláknobetony (u kterých je výrazně sníženo nebezpečí poruch ostění v průběhu jeho životnosti, zejména odpadá riziko koroze výztuže). V obou případech je však nutné řešit postup výstavby tak, aby veškeré styky v stříkaném jednoplášťovém ostění (napojení horní a spodní klenby, napojení jednotlivých záběrů) vykazovaly dlouhodobě spolehlivost a byla též zajištěna homogenita ostění (zamezení vzniku dutin a nehomogenit za výztuží, zamezení zastříkání nečistot do nosných vrstev, atd.). Obecně použití jednoplášťového ostění u obou typů ražby tunelů znamená rychlejší výstavbu a nižší náklady (u dvouplášťového ostění je celková tloušťka betonových vrstev výrazně větší než u jednoplášťového ostění, protože u dvouplášťového

ostění je zpravidla předpokládána úplná degradace primárního ostění v průběhu životnosti konstrukce).

### Metodika a postup řešení

V oblasti ražeb pomocí konvenčních metod nastal v technologii stříkaného betonu velký pokrok a to především v oblasti užitných parametrů. Současná technologie stříkaného betonu umožňuje nástřik jednoplášťových ostění (tedy definitivních), která vykazují schopnost přenášet zatížení a být vodotěsná po celou dobu životnosti podzemního díla. Jako příklad aplikace stříkaného jednoplášťového ostění lze uvést použití metody LaserShell pro tunely pod letištěm Heathrow (Obr.1).



Obr. 1 Jednoplášťové ostění ze stříkaného vláknobetonu propojky tunelu ART na letišti Heathrow (foto M. Hilar).

V prvním roce řešení tohoto tématu (2015) probíhala převážně rešeršní činnost zaměřená na následující oblasti:

- použití jednoplášťových ostění u konvenčně ražených tunelů v tunelářsky vyspělých zemích,
- vyhodnocení používání jednoplášťového ostění při ražbě pomocí NTM - Norské tunelovací metody (resp. nástřik vláknobetonu),
- zjišťování způsobu prokazování dlouhodobé únosnosti, nepropustnosti a trvanlivosti jednoplášťových ostění ze stříkaných betonů (vláknobetonů).

Jako minimální požadavek se pro stříkaný beton většinou požaduje pevnostní třída C30/37, je doporučováno zvolit třídu agresivity prostředí XC3. Z hlediska životnosti je důležité, aby přísady

(plastifikační přísady na bázi ligninosulfonanů, sulfítově modifikované melaminové pryskyřice a naftalenu a urychlovače na bázi hlinitanu sodného) a příměsi (mikrosilika, vysokopecní popílky apod.) byly co nejvíce sladěny s vlastnostmi pojiva pro nástřík (s cementem). Pro jednoplášťová ostění se dnes výhradně používá nástřík mokrou cestou s dávkováním cementu v intervalu 400 – 450 kg/m<sup>3</sup>. Při použití stříkaných vláknobetonů se často aplikuje finální dokončovací vrstva z betonu bez drátků z důvodu překrytí drátků vyčnívajících z konstrukční vrstvy. Často je investorem vyžadována ruční úprava nástříkaného jednoplášťového ostění pro vytvoření dokonale hladkého povrchu ostění.

## Výsledky

V prvním roce řešení tohoto tématu (2015) probíhala převážně rešeršní činnost. V rámci této činnosti byl vytvořen přehled tunelů z okolních vyspělých tunelářských zemí ražených konvenčním způsobem a využívajících jednoplášťová ostění. Dále byly získány materiály týkající se aplikace a navrhování jednoplášťových ostění ze stříkaného vláknobetonu. Je možné konstatovat, že se v současnosti dává přednost nástříku mokrou cestou nejen z důvodu lepších pracovních podmínek, ale především stejnoměrnější kvality výsledného ostění.

## Závěr

Lze konstatovat, že v průběhu roku bylo získáno a analyzováno množství podkladů týkajících se jak aplikace jednoplášťového ostění ze stříkaných betonů, tak i navrhování ostění ze stříkaných vláknobetonů a prokazování jeho požadovaných vlastností. V rámci řešení úkolu vznikl přehled aplikace jednoplášťových ostění ze stříkaného betonu v tunelářsky vyspělých zemích.

## Literatura

- [1] PRUSKA J., HILAR M., Použití stříkaného betonu pro definitivní ostění tunelů, [www.ita-aites.cz/.../Pruska\\_Hilar-Pouziti\\_SB\\_pro\\_def\\_osteni.pdf](http://www.ita-aites.cz/.../Pruska_Hilar-Pouziti_SB_pro_def_osteni.pdf), (dostupné listopad 2015).
- [2] SRB, M., HILAR, M. DEFINITIVNÍ OSTĚNÍ KONVENČNĚ RAŽENÝCH TUNELŮ V ČESKÉ REPUBLICĚ – SOUČASNOST A BUDOUCNOST. Beton, 2006, , no. 6, p. 31–35.
- [3] BENOIT, J., et al. Evaluation of innovative sprayed-concrete-lined tunnelling. In Proceedings ICE - Geotechnical Engineering. 2008, p. 137–149.
- [4] BJONTEGAARD, O., MYREN, S. A., KLEMTSRUD, K., KOMPEN, R. “Fiber Reinforced Sprayed Concrete (FRSC): Energy Absorption Capacity from 2 days age to One Year,”. In Seventh International Symposium on Sprayed Concrete , Sandefjord. 2014.
- [5] BERNARD, E. S. DESIGN OF FIBRE REINFORCED SHOTCRETE LININGS WITH MACRO-SYNTHETIC FIBRES. In 2009 ECI Conference on Shotcrete for Underground Support. 2009.
- [6] THOMAS, A. Advances in Sprayed Concrete Tunneling.. Tunnelling Journal, 2010, vol. April/May, p. 40–44.