



## SPOJENÍ SEGMENTOVÉHO OSTNÍ POMOCÍ INJEKTOVANÝCH TRN

Zpracoval: Ing. Karel Rössler, Ph.D. (Metrostav a.s.)

### Souhrn

Tunely vystrojené segmentovým ostním je zapotřebí v místech bočního výlomu vyztužit. Výzkum navrhl a ověřil novou inovativní metodu, kdy se jednotlivé segmenty v okolí výlomu spojí trny, které se následně zainjektují, čímž se vytvoří pevné spojení segmentů. Výhodami jsou jednoduchost řešení, nízké náklady, zachování průřezného profilu v tunelu a zároveň dostatečná únosnost i v těžkých geologických podmínkách. Spolehlivost navržených trn byla ověřena na vzorcích skutečné velikosti.

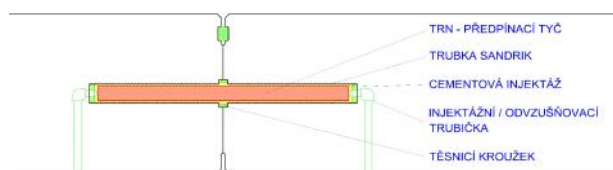
### Oblast použití

Nejméně jímáním vodou výlomu do boku tunelu je výstavba tunelové propojky, případně výklenku, nebo únikové cesty. Ostní oslabené výlomek je zapotřebí zajistit, aby bylo schopné snášet tlaky horninového prostředí, aby nenarušovalo plynulost ražby, neovlivňovalo manipulaci s jednotlivými segmenty a nezpomalovalo výrobu segmentů.

Zajištění prstenců bylo navrženo pro výstavbu tunelu Ejřovice, je plánováno pro výstavbu metra v Praze – trasa D a také pro soutěž zahraničních zakázek.

### Metodika a postup řešení

Navrhované řešení je založeno na jednoduchém principu. Do sousedních segmentů jsou vloženy kanálky vzájemně proti sobě. Během montáže ostní se do kanálků vloží ocelové trny. Po ukončení montáže se trny v kanálkách zainjektují. Po zatvrdnutí injektážní hmoty dojde k pevnému propojení sousedních segmentů (Obr. 1).



Obr. 1 Zainjektovaný trn v kanálku.

Pro zjištění únosnosti a charakteru porušení byly vyrobeny betonové vzorky z materiálu shodného s

reálnou konstrukcí. Rovněž tloušťka prvků odpovídala skutečnosti, další rozměry byly upraveny (zmenšeny) pro laboratorní zkoušku.

Cílem zkoušky tahového trnu bylo především zjistit, zda je trn dostatečně zakotven a zda dojde k jeho porušení při tržení a nikoliv vytažení z kanálku. Dva betonové dílce byly spojeny zainjektovaným trnem umístěným v dolním povrchu dílců.

Trny podléhají velkému zatížení. Aby propojení segmentů bylo úplné, podléhají ohybovému namáhání, pak smykové namáhání ve směru stěnicových ploch segmentového ostní a dále smykové namáhání ve směru kolmo na stěnicovou rovinu segmentového ostní. Podle způsobu namáhání byly zvoleny jednotlivá uspořádání experimentů. Rovněž byl hledán vhodný materiál pro vlastní trny. Byly zkoušeny trny z betonákové výztuže, ale též trny z vysokopevnostní oceli užívané pro podpínání stavebních konstrukcí. Zatímco trny z betonákové výztuže se před finálním porušením hodně deformovaly, trny z vysokopevnostní oceli vykazovaly dle očekávání menší deformace a vyšší pevnosti.

### Výsledky

Zkouškou bylo prokázáno, že k porušení spoje došlo při tržení trnu, proto byla únosnost trnu stanovena jako odpovídající únosnosti ocelového prutu (Obr. 2).



Obr. 2 Laboratorní test v prostém ohybu.

Výpočtová smyková únosnost byla odvozena od experimentálně zjištěného mezního zatížení.

Výroba i experimentální ověření spoj bylo řešeno v rámci projektu CESTI ve spolupráci Metrostavu a.s. a VUT v Praze.

## Závěr

Spojování segmentů pomocí trnů je jednoduchý a zároveň dostatečně únosný systém pro zajištění ostění v místě plánovaného výlomu. V místě výlomu v ostění pak není třeba realizovat konstrukce, které omezují stavební provoz v tunelu nebo další navazující práce. Spojení lze realizovat pomocí běžně dostupných materiálů.

Pro ověření únosnosti byly realizovány experimenty, kde se ověřila únosnost pro základní druhy namáhání trnů.

Spojení pomocí trnů je patentem firmy Metrostav a.s. . 305588 (výsledek CESTI v roce 2015).

Vzhledem k postupu ražby nedošlo k ražbě propojky a ověření navržené technologie – aplikace propojek mezi jednotlivými tunelovými troubami s pomocí vyvinutých trnů a vyhodnocení spolupůsobení segmentů v těchto oblastech s uvážením statických a technologických možností metody. Ověření bude realizováno v březnu roku 2017.



Obr. 3 Otvory pro trny ve vyrobeném segmentu.

## Literatura

- [1] Vítek, P., Rössler, K., Zajištění Segmentového Ostění TBM Tunelů v okolí Propojek. Beton, TKS.. 6 / 2014.
- [2] K. Rossler and D. Cyron., Challenges of EPBM Tunneling in Prague. Proceedings of Rapid Excavation and Tunneling Conference RETC 2013, Washington D.C, June 23-26, 2013.