



## DLOUHODOBÉ SLEDOVÁNÍ LÁVKY PRO PĚŠÍ Z UHPC PŘES OPATOVICKÝ KANÁL

Zpracovali: Ing. Jan Tichý, CSc., Ing. Bohuslav Slánský ml., Ing. Stanislav Ševčík (Skanska a.s.)

### Souhrn

Po řadě laboratorních a praktických aplikací ve firmě Skanska a.s., v závodě Prefa, byl vyroben prefabrikovaný předem předpjatý nosník z ultravysokohodnotného betonu (UHPC) pro lávku pro pěší, která je součástí pilotního projektu v rámci modernizace železniční trati Hradec Králové – Pardubice – Chrudim [1].

Součástí lávky pro pěší jsou i zábradelní panely, které byly vyrobeny taktéž z UHPC, ale jiné receptury. Při výrobě nosníku byly do konstrukce zabudovány odporové tenzometry, kterými je při výrobě, skladování, osazení a během provozu sledováno dlouhodobé dotvarování nosníku. Zároveň bylo toto měření doplněno nivelací významných bodů konstrukce a vizuálním sledováním zábradelních panelů. Tato měření mají význam z hlediska dlouhodobého chování lávky a získání zkušeností s tímto moderním materiálem.

### Oblast použití

Při návrhu a realizaci lávek pro cyklisty a pěší, pro rekonstruované i nové mostní konstrukce.

### Metodika a postup řešení

Popis tenzometrů a jejich umístění v nosníku:

Změny přetvoření betonu v čase jsou v konstrukci měřeny odporovými tenzometry. Dva páry tenzometrů společně s teplotními čidly byly umístěny do horní desky a dva páry do spodní části nosníku mezi předpínací lana tak, aby v každém nosníku, respektive v řezu nad ním, byly umístěno vždy jedno respektive dvě čidla.

Geodetické zaměření nosníku:

Geodetické měření nosníku bylo provedeno s ohledem na doplnění hodnot dotvarování UHPC, měřeného odporovými tenzometry a také pro získání informací ohledně

dlouhodobého chování předpjatého nosníku. Pro toto měření byl zvolen systém Bpv s použitím totální stanice Trimble S6 a výpočetního programu Groma 8.

Body místní sítě byly stabilizovány měřickými nastřelovacími hřeby do okolních komunikací a vyvrtáním důlků do šroubů, které kotví ocelové sloupky zábradlí k nosníku lávky. Byly zvoleny 4 body na začátku lávky, 4 uprostřed a 4 na jejím konci.

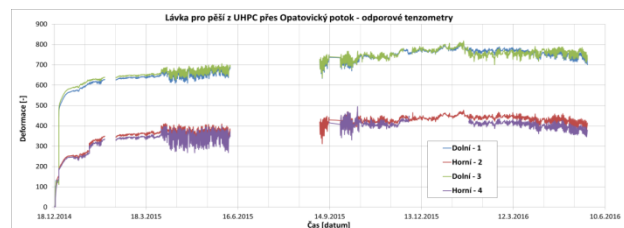
Vizuální sledování zábradelních panelů:

Zábradelní panely z UHPC byly nahoře i dole uloženy do ocelových rámců a po stranách upevněny k ocelovým sloupkům. Protože tepelná roztažnost oceli a UHPC je rozdílná, záhy po instalaci se objevily první mikrotrhliny. Vizuální sledování mělo zjistit, zda dochází k rozvoji trhlin během doby provozu.

Pro každý zábradelní panel byl vytvořen formulář se schématem panelu, na nějž se zaznamenávala délka, tloušťka a přibližná poloha trhliny. Panely byly označeny písmenem značícím stranu lávky (V-východ, Z-západ) a pořadovým číslem.

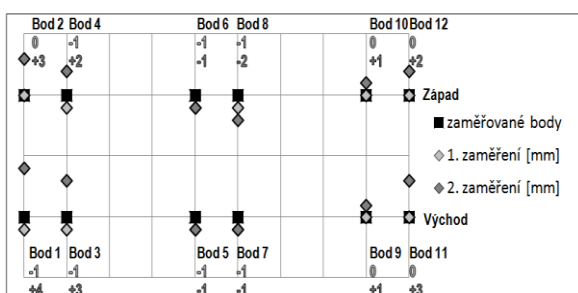
### Výsledky

Záznam tenzometrického měření předem předpjatého nosníku v horizontu 18 měsíců je zachycen na Obr. 1. Na obrázku je vidět lokální výpadek měření, který byl způsobem zaplavením měřící techniky.

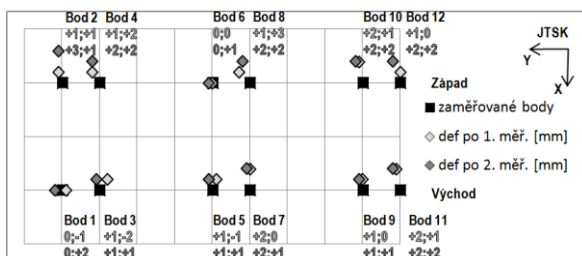


Obr. 1 Záznam tenzometrického měření UHPC nosníku

Nejvýznamnější nárůst deformací byl patrný po předepnutí nosníku třetí den po betonáži. Z grafu je patrný nárůst deformací zejména v dolní části trámů, kde je soustředěná většina předpínací výztuže. Po transportu nosníku z haly na odkryté prostranství je z grafu zřejmý vliv teploty na deformace – rozptyl měřených hodnot závislých na denním cyklu. Po instalaci lávky do definitivní polohy a vlivem vývoje materiálových parametrů betonu je tento rozptyl menší. Z měření je patrné, že dochází ke stabilizaci vývoje deformací v čase a nedochází k nepředpokládanému chování konstrukce. Výsledky výškových i plošných zaměření jsou znázorněny na obr. 2 a 3.



Obr. 2 Výškové zaměření nosníku



Obr. 3 Polohové zaměření nosníku

Naměřené deformace nejsou zásadního charakteru a nemají vliv na funkčnost konstrukce. Přesto ale bude měření i nadále pokračovat, abychom se utvrdili o vysloveném závěru.

Po vizuálním sledování byly zábradelní panely rozděleny dle množství trhlin do 4 kategorií. Zelená – žádná nebo jedna trhlina, žlutá – dvě až pět trhlin, oranžová šest až deset trhlin a červená – více než deset trhlin. Z celkového počtu 18 ks panelů jich 9 ks vykázalo žádnou nebo jedinou trhlinu, u 5 ks panelů jich bylo zpozorováno 2 - 5, u 2 ks panelů 6 - 10 trhlin a u zbývajících 2 ks panelů bylo zjištěno více než 10 trhlin - viz obrázek 4.

Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9

Obr. 4 Rozložení a množství trhlin při úvodním sledování

Největší šířka trhliny byla 0,2 mm a to celkem ve třech případech. Nejčastější šířka trhliny byla v rozmezí 0-0,05 mm. Cca za 4 měsíce byla provedena jedna srovnávací kontrola. Celkově se plocha trhlin zvětšila asi o 2,5 %. Počet trhlin se zvýšil z původních 76 na 95. Rozvinuly se především trhliny malé šířky (většinou do 0,05 mm), které příliš nezvýšily celkovou plochu trhlin. Rozdělení trhlin do kategorií po další kontrole je patrné z obr. 5

Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9

Obr. 5 Rozložení a množství trhlin po srovnávací kontrole

## Závěr

Dlouhodobé sledování lávky pro pěší přes Opatovický kanál zvolenými metodami přispělo k dalším poznatkům o chování UHPC v čase a dotvarování nosníku vyrobeného z tohoto materiálu.

Z provedených měření lze konstatovat, že naměřené hodnoty nejsou významná a nemají vliv na funkčnost konstrukce.

Z tenzometrického měření bylo pozoruhodné, jak velký vliv má denní teplotní cyklus na výkyvy v deformacích nosníku lávky pro pěší na skládce, po zabudování do konstrukce se průběh stabilizoval.

Vizuálním sledováním průběhu mikrotrhlin v zábradelních panelech jsme se přesvědčili, že vlivem rozdílné tepelné roztažnosti oceli a UHPC jsou trhlinky velmi nepatrné, dále se nerozvíjejí a neohrožují životnost konstrukce.

## Literatura

- [1] J. Tichý, J. Komanec, B. Slánský, D. Čítek, M. Hubka, J. Kolísko: "Lávka pro pěší z UHPC přes Opatovický kanál", Litomyšl, 22. Betonářské dny 2015.