



Základní údaje Lávka HolKa

Autoři: Ing. arch. MgA. Petr Tej, Ph.D.
– Bridge Structures, s.r.o.;
Ing. Jan Marek, Ing. Jan Prchal
– KŠ Prefa, s.r.o.;
Ing. Michal Kunc – Skanska, a.s.

V roce 2017 proběhla mezinárodní soutěž, ve které zvítězil návrh architektů a inženýrů Petra Teje, Marka Blanka a Jana Mourka. Následovala projekční fáze stavebního povolení, které bylo vydáno 6. 5. 2021. Na základě zadávací dokumentace MHMP vybral dodavatele – společnost SKANSKA, a. s. Realizační dokumentaci připravila společnost TOP CON Servis, s. r. o., pod vedením Ing. Víta Najvářky. Stavební práce začaly 11. 1. 2022. Lávka by měla být dokončena na jaře roku 2023. Cena lávky je cca 300 mil. Kč.

Most je projektován, realizován a bude převzat podle norem a stavebních předpisů platných v České republice, zejména příslušných technických norem a Technických a kvalitativních podmínek staveb pozemních komunikací (TKP). Pro návrh NK z UHPFRC, pro který není v systému ČSN EN normativní opora, byla využita metodika Kloknerova ústavu ČVUT (2015).

Díky progresivnímu řešení vznikají unikátní díla

Letos na jaře bude v Praze dokončena Štvanická lávka, která propojí Holešovice a Karlín. Autoři návrhu se rozhodli pro minimalistické sochařské tvarosloví, které mohli zvolit díky kvalitnímu ultra vysokohodnotnému betonu s rozptýlenou výztuží. Jeho povrch se bude podobat lesklému bílému mramoru. Most se buduje z prefabrikovaných segmentů, které jsou sepnuty pomocí předpínacích kabelů.

Koncepce lávky reaguje na panorama Prahy, napojení na oba břehy i na návrh řešení ostrova Štvanice. „Zvolili jsme spíše nízkou konstrukci, která nebrání v pohledech na město, vodu a stromy. Jemná prostorová křivka reaguje na výškové a půdorysné požadavky zadání. Konstruována je jako plynulá cesta vycházející z dynamiky pohybu chodců a cyklistů. Tvoří ji přímky a kružnicové vertikální i horizontální oblouky. Podél prostorové křivky je extrudován průřez mostu tvaru písmena U,“ uvádí architekt Petr Tej.

Mostovka je podepřena dvěma nábřežními opěrami, dvěma pilíři na krajích Štvanice tak, aby do ostrova co nejméně zasahovala, a dvěma pilíři v nesplavném rameni řeky Vltavy.

Na Štvanici volně schází rampa, jejíž půdorysná křivka kopíruje křivku hrany ostrova.

Krajní pole konstrukce kvůli bezbariérovému a plynulému navázání na holešovické straně vertikálně klesá na úroveň chodníku na nábreží. Toto pole je navrženo jako vertikálně pohyblivé v místě opěry, kde je umístěn

hydraulický pístový mechanismus pro zajištění vertikálního zdvihu až nad úroveň povodně Q1000 (Q2002 + 1,0 m). Jedná se o zdvih o 3,2 m při pootočení pole kolem převislého konce u prvního pilíře ve Vltavě.

Nosná konstrukce

Hlavní nosnou konstrukci mostu tvoří spojitý železobetonový nosník z UHPFRC s podélným předpětím a příčným řezem tvaru H. Jedná se o dva plnostěnné boční parapetní nosníky s mezilehlou deskou mostovky, kterou podporují příčná žebra. Segmentovou mostní konstrukci tvoří celkem 57 prefabrikátů.

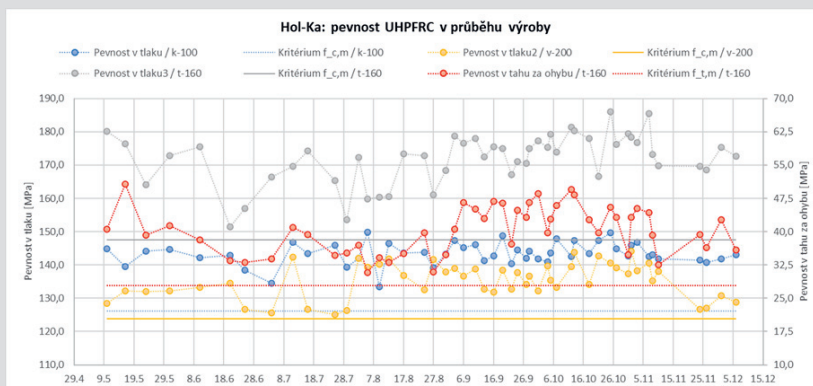
Osa mostu byla navržena jako plynulá křivka, vedená směrovými a výškovými oblouky. Pro zjednodušení prefabrikace je křivka upravena do plynulého polygonu tak, aby byl každý ze segmentů veden v přímce. Spojitý nosník, který spojuje holešovický a karlínský břeh, plynule přechází v boční rampu odbočující na ostrov Štvanice a tvoří tak jednotný celek bez dilatačních spár.



Pohled na rozestavěnou lávku – díky materiálu UHPFRC už vzniklo několik nových mostů ve Francii, Německu, Nizozemí i v Česku

charakteristika	zkušební těleso	rozměr	střední hodnota
tlak	na válcích	100 x 200 mm	136 MPa
tlak	na krychlích	a = 100 mm	143 MPa
tlak	na trámčích	40 x 160 mm	167 MPa
tah za ohybu	na trámčích	40 x 160 mm	40 MPa

Střední hodnota mechanických parametrů kontrolních zkoušek



Přehled výsledků z kontrolních zkoušek UHPC

Krajní pole na holešovickém břehu je s ohledem na nutnost dodržení podmínky umístění konstrukce nad hladinou vody Q2002 + 1,0 m v případě povodně navrženo jako zdvižné. V místě teoretické polohy nulového ohybového momentu je do konstrukce vložen mechanický čepový kloub, který umožní otočení krajního pole kolem horizontální osy.

Průchozí šíře v hlavním směru je 4,0 m a v místě rampy 3,0 m. Spáry mezi segmenty mostu jsou navrženy jako kontaktní, vystrojené smykovými ozuby s proměnnou polohou. Důvodem je postupná změna prostupu předpínací výztuže spárou.

Segmenty nosné konstrukce jsou vzájemně spojeny vnitřním předpětím lany se soudržností, které je vedeno uvnitř průřezu lávky. Každý parapetní nosník je předepnutý kombinací čtyř kabelů (v každém 19 lan), které jsou lokálně doplněny o čtyřlanový kabel v horní poloze parapetu. Celý systém předpětí byl navržěn ve stupni ochrany PL3, v místě každé spáry jsou kanálky předpětí spojeny kanálkovými spojkami, které celý systém ochrany předpětí dokonale utěsní. Kabely předpětí typu Y1860S7-15,7 mm jsou uzavřeny v souvislém, elektricky nevodivém obalu pro docelení elektricky izolovaného předpínacího systému. Celý prostor kanálků předpětí bude po dokončení zainjektován.

Geometrie segmentů

Základním prvkem hlavní nosné konstrukce je segment, který je díky úpravě prostorového vedení lávky vždy příčný. Typický segment má délku 5,54 až 6,0 m, šířku 5,0 m, příčný řez ve tvaru písmene H o výšce 1,85 m. Segment boční rampy je řešen obdobně, pouze jeho délka je 5,3 m a šířka 4,0 m. Mezilehlá deska mostovky o tloušťce 85–125 mm spojuje přes plynulé náběhy parapetní nosníky. Podporována je dvojicí příčných žebér ve čtvrtinách délky segmentu. Pochozí povrch této desky má dostředný spád 2 % vytvářející úžlabí v ose mostu. V pochozí šířce je deska mostovky mírně kratší než segment, což na hotové konstrukci vytváří odvodňovací spáry.

V oblastech nad podporami mostu byla navržena zesílená deska pro roznášení soustředěných zatížení a ztužení konstrukce. Vznikne vybetonováním plného dna segmentů na výšku 710 mm a absencí žebér.

Výroba prefabrikátů

Ke zhotovení prefabrikovaných segmentů z UHPFRC bylo třeba překonat několik překážek.

První je samotná geometrie, kdy směrové i výškové vedení osy mostu a rozdělení na po-

lygonální segmentovou konstrukci v důsledku znamená, že každý prefabrikát je tvarově jedinečný. Je to způsobeno ukláněním čel segmentů tak, aby kontaktní spára byla co nejvíce kolmá na osu mostu. Současně vedení předpínací výztuže, které je řízeno jinou potřebnou geometrií než osa mostu, způsobuje, že poloha spojek je na čelech proměnná a jejich úhel může být i mírně odlišný od úhlu „úklonu“ čela.

Druhou překážkou je samotná materie čerstvého UHPC. Nároky na formu jsou extrémní, tlaky vyvolávané čerstvou jemnozrnnou směsí se samonivelační schopností jsou hydrostatické, obvykle o 50–70 % vyšší než u běžného betonu. Potřebná těsnost formy a její tuhost je tedy neporovnatelná s běžnou prefabrikací.

Aby bylo možno použít otisk matrice Reckli na pochozím povrchu a zhotovit potřebná projektovaná zaoblení, segmenty se betonovaly v převrácené poloze.

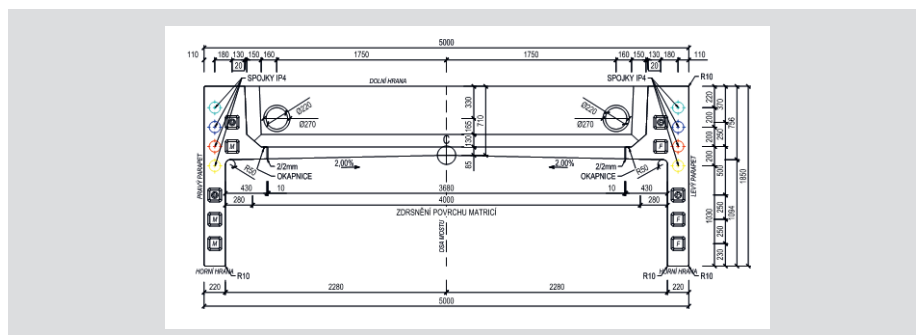
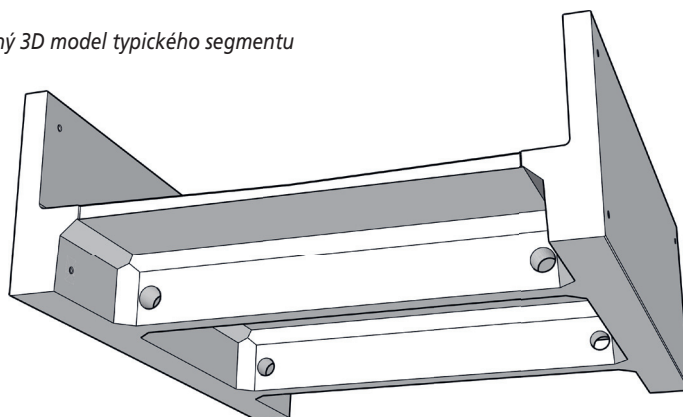
Byla navržena a zhotovena celooceľová forma s hydraulicky odformovatelnými částmi, s dvojími čely umožňujícími úhlové natáčení kontaktních ploch. Stavitelná čela umožnila proměnné, ale velmi přesné osazování vložek pro smykové zámky a pro spojky kanálků předpínací výztuže, a to včetně úhlových odklonů. Při projektování formy byly současně upraveny výrobní výkresy vlastních segmentů tak, aby se využil princip antisymetrie, kde obdobně jako při výrobě pomocí otisků na krátké výrobní dráze byly používány otisky stejných čel na předchozí a následující segment.

Pro atypické segmenty osazené nerezovým kloubem pro zdvihané pole mostu byla forma rozšiřitelná, stejně tak pro segmenty obsahující kotvy předpínací výztuže byla zhotovena atypická čela a atypické vložené části. Vzhledem k velkému počtu segmentů a napjatému harmonogramu výroby byly zhotoveny dvě takové formy, viz obr. 8.

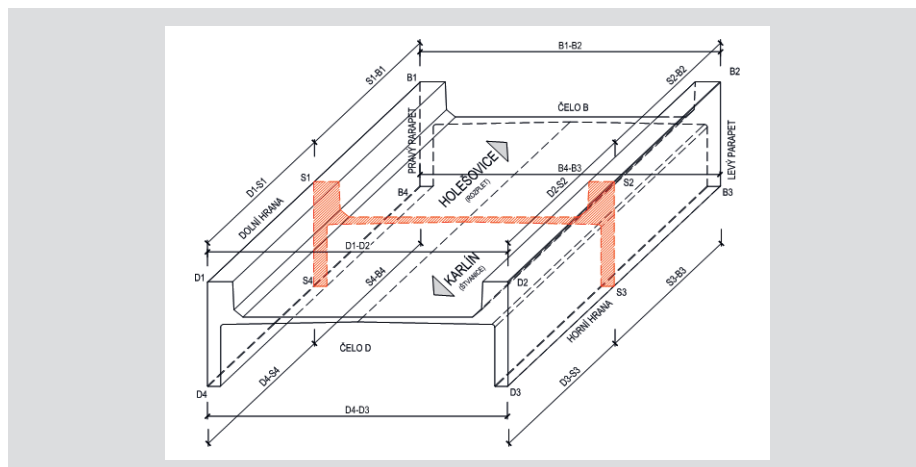
Formy se stavitelnými čely umožnily nastavení úhlů po $0,01^\circ$ (1 mm na 5 m délky), simulovaly výrobu pomocí otisků na krátké výrobní dráze. Po každé betonáži byl vyrobený segment v určeném stáří přeměřen, projektant stanovil podle změřených odchylek od ideálního projektu tzv. kompenzace, tedy úpravy rozměrů v řádu mm, které opravovaly nastavení dalšího čela.

Za zmínku stojí samotný systém měření geometrie: protože obrys segmentu s ukloněnými čely je hranol s nerovnoběžnými podstavami, nemá smysl měřit délky hran. Ve formě byla s maximální přesností s použitím stěnových i prostorových úhlopříček stanovena středová rovina „S“ kolmá na osu hranolu. Tato rovina se pomocí drobných

Zjednodušený 3D model typického segmentu



Výrobní výkres: pohled na typické čelo segmentu ve výrobní poloze



Axonometrie segmentu s vyznačením roviny „S“ a měřených délek



Formy pro výrobu segmentů

značek obtiskla do prefabrikátů a od ní se pak měřily vzdálenosti k vrcholům čela (viz obr. 8).

První segmenty byly přeměřeny za použití laserového scanneru, nicméně měření mělo stejnou odchylku jako měření za pomoci pásma první třídy přesnosti. Vzhledem k časové náročnosti se pak od tohoto typu měření odstoupilo.

Materiál UHPC a mechanické parametry

Jemnozrnná směs s bílým cementem a světlým kamenivem splňuje mechanické a trvanlivostní parametry vhodné pro prefabrikaci. Použita byla standardní dávka 1,5 % ocelových vláken s pevností přesahující 2000 MPa. Celkový objem segmentů z UHPC přesáhl 700 m³, celkový

objem prefabrikátů přesahuje 750 m³. Největší prefabrikovaný segment s objemem bezmála 20 m³ s hmotností přesahující 50 tun a zabudovaným nerezovým kloubem je největším v ČR vybetonovaným prefabrikátem z UHPC.

Přehled výsledků z kontrolních zkoušek dostupných v době psaní článku je na obr. xxxxx. Střední hodnota ze stovek výsledků kontrolních zkoušek mechanických parametrů pevnosti po 28 dnech je uvedena v tabulce. Z výsledků kontrolních zkoušek lze vysledovat, že velmi vysoké letní teploty a nízké zimní teploty způsobují obtíže a mírný pokles hodnot mechanických parametrů. To je možné při výrobě v řízeném prostředí Prefy udržet pod kontrolou a dosáhnout tak dostatečně stabilní kvality celoroční produkce.

Petr Tej, Jan Marek, Jan Prchal, Michal Kunc



Tato práce byla podpořena z programu Ministerstva kultury České republiky na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje národní a kulturní identity na léta 2016 až 2022 (NAKI II), projekt č. DG20P02OVV005.



Vizualizace projektu, který zvítězil v mezinárodní architektonické soutěži