

Anotace

Konceptem mostu je prostorová křivka (niveleta mostu) vinoucí se krajinou a reagující plynule na výškové a půdorysné požadavky zadání. Koncepce konstrukce mostu reaguje pokorně na panorama Prahy, na napojení na holešovický a karlínský břeh i na vítězný urbanistický návrh řešení ostrova Štvanice. Je zvolena konstrukce, která nejde do výšky, nebrání chodcům a cyklistům v pohledech na město, vodu a stromy. Architektura mostu využívá minimalistického sochařského tvarosloví. Most je vyroben z ušlechtilého materiálu ultra-vysokohodnotného betonu (UHPC – ultra-high performance concrete) s lesklým bílým mramorovým povrchem.

Průvodní zpráva

Urbanistická a výtvarná koncepce

Konceptem mostu je prostorová křivka (niveleta mostu) vinoucí se krajinou a reagující plynule na výškové a půdorysné požadavky zadání. Jemná prostorová křivka je konstruována jako plynulá cesta vycházející z dynamiky pohybu chodců a cyklistů. Křivka je tvořena přímkami, přechodnicovými a kružnicovými vertikálními a horizontálními oblouky. Podél prostorové křivky je extrudován průřez mostu tvaru písmenu U. Celková šířka mostu je 3,5 m a výška 1,6 m. Koncepce konstrukce mostu reaguje pokorně na panorama Prahy, na napojení na holešovický a karlínský břeh i na vítězný urbanistický návrh řešení ostrova Štvanice. Je zvolena konstrukce, která nejde do výšky, nebrání chodcům a cyklistům v pohledech na město, vodu a stromy.

Mostovka je podepřena dvěma nábrežními opěrami, dvěma pilíři na krajích ostrova Štvanice, tak aby do ostrova co nejméně zasahovala a jedním pilířem 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 pod cca 4 % na úroveň chodníku na nábreží. Toto pole je navrženo jako vertikálně pohyblivé v místě opěry, kde bude umístěn hydraulický pístový mechanismus pro zajištění vertikálního zdvihu až nad úroveň povodně Q1000 (Q₂₀₀₂ + 1 m). Jedná se o zdvih o 3,2 m při pootočení pole kolem pilíře ve Vltavě.

Architektura mostu využívá minimalistického sochařského tvarosloví. Most je vyroben z kvalitního ultra-vysokohodnotného betonu (UHPC – ultra-high performance concrete) s povrchem odpovídajícím lesklému bílému mramoru. Most je složen z prefabrikovaných segmentů, které jsou pomocí předpínacích kabelů sepnuty jako korálky na niti. Aplikace UHPC je současné progresivní a inovativní architektonické a konstrukční řešení (několik mostů obdobného konstrukčního řešení s většími rozpětími při menším poměru konstrukční výšky k rozpětí byly realizovány v uplynulých letech např. ve Francii, Německu a Nizozemí). Ultra-vysokohodnotný beton je aktuálním odborným tématem a jeho aplikace dává možnost zrealizovat unikátní architektonické a inženýrské dílo. Osvětlení je řešeno pomocí bodových LED světel v bočnicích U profilu mostu. Odvodnění je řešeno otvory v mostovce přímo do řeky.

Technické řešení

Most je tvořen celkem čtyřmi, na sebe vzájemně navazujícími prostými poli o rozpětí 76,0 m + 64,0 m + 76,0 m + 84,0 m. Konstrukce bude zhotovena z předpjatého UHPC betonu třídy C120/140. Most bude sloužit jako lávka pro pěší a cyklisty. Příčný řez mostu je řešen jako otevřený profil tvaru písmene U. Celková šířka mostu je 3,5 m a výška 1,6 m. V podélném směru je most řešen jako segmentový a proto je dodatečné předpětí mostu vedeno pouze v přímých liniích při použití lan z materiálu Y1860S7 a průměru 15,7 mm. Nejdelší pole bude předepnuto čtrnácti přímými kabely tvořenými 21 kusy lan. Pole menších rozpětí budou předepnuty shodným počtem kabelů s nižším počtem lan. Kabely budou vedeny kanálky vnitřního průměru 105 mm. V místě kotevnic oblastí bude konstrukce vyztužena standardní betonářskou výztuží pro zesílení oblasti s lokálním zatížením od předpětí a uložení konstrukce na spodní stavbu. Krajní pole konstrukce je navrženo jako vertikálně pohyblivé a to na krajní opěře, kde bude umístěn hydraulický pístový mechanismus pro zajištění vertikálního posunu lávky v případě povodně se schopností zdvihu až nad úroveň povodně Q1000.

Stručný popis, základní výměry a kvantifikace předpokládaného materiálového řešení lávky

Část 01 - ZALOŽENÍ

Položka	Výměra	Jednotka	Jednotková cena	Celková cena v tis.
Výkopy	$3,0 \cdot 142,2 + 100,0 = 526,6$	m ³	1200,-	632
Vrty pro piloty	$10,0 \cdot 28,0 = 280,0$	m	5 000,-	1400
Piloty	$\pi \cdot 0,9^2 / 4 \cdot 280,0 = 178,1$	m ³	6 500,-	1158
Základy	$(2 \cdot 20,4 + 36,0 + 18,0) \cdot 1,5 = 142,2$	m ³	6 000,-	853
Výztuž	$200,0 \cdot (178,1 + 142,2) / 1000 = 64,1$	t	25 000,-	1 353
Celkem				5 396

Část 02 - SPODNÍ STAVBA

Položka	Výměra	Jednotka	Jednotková cena	Celková cena v tis.
Opěry	$3,3 \cdot 3,5 + 5,8 \cdot 3,5 = 31,9$	m ³	8 400,-	268
Pilíře	$1,7 \cdot 3,5 \cdot (12,6 + 7,4) + 12,4 \cdot 5,7 = 189,7$	m ³	8 800,-	1 669
Výztuž	$200,0 \cdot (189,7 + 31,9) / 1000 = 44,3$	t	26 100,-	1 156
Ložiska	20,0	ks	75 000,-	1 500
Celkem				4 593

Část 03 - NOSNÁ KONSTRUKCE

Položka	Výměra	Jednotka	Jednotková cena	Celková cena v tis.
UHPC	$1,7 \cdot (76 + 64 + 76 + 84 + 62) = 615,4$	m ³	80 000,-	49 232
Výztuž	$200,0 \cdot 615,4 / 1000 = 123,1$	t	30 000,-	3 693
Předpětí	$21 \cdot 150 \cdot 10^{-6} \cdot 7,85 \cdot 14 \cdot 362 = 125,4$	t	100 000,-	12 540
Mostní závěry	$3,0 \cdot 7,0 = 21,0$	m	100 000,-	2 100
Celkem				67 565

Část 04 - VYBAVENÍ MOSTU

Položka	Výměra	Jednotka	Jednotková cena	Celková cena v tis.
Osvětlení lávky	-	komplet	-	15 000
Strojovna	-	komplet	-	10 000
Hydraulický zdvih	-	komplet	-	20 000
Celkem				45 000

Část 05 - OSTATNÍ PRÁCE

Položka	Výměra	Jednotka	Jednotková cena	Celková cena v tis.
Říční jímka	-	komplet	-	3 000
Celkem				3 000

CELKOVÁ CENA DÍLA V MILIONECH KORUN

125,6 mil.

Vyjádření statika k realizovatelnosti návrhu (posouzení hlavních průřezů)

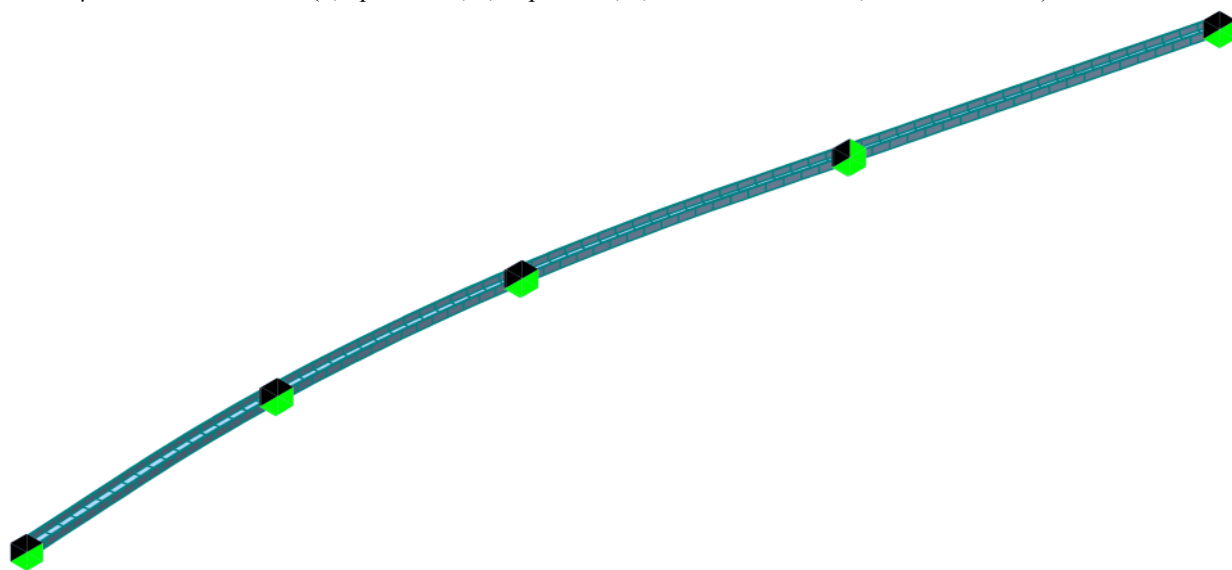
Model mostu byl vytvořen ve výpočetním programu MIDAS Civil 2017 (verze 2.1). Model je tvořen prutovými prvky respektujícími geometrii mostu v podélném a příčném směru. Prvky mají přiřazeny materiálovou charakteristiku odpovídající lineárnímu pracovnímu diagramu materiálu UHPC třídy C120/140 a tomu odpovídající hodnoty vývoje smrštění a dotvarování v čase a nárůstu pevnosti v čase. Model mostu je zpracován využitím modulu TDA (time dependent analysis), kterým je zohledněn životní cyklus konstrukce a vypočtené výsledky zahrnují kompletní ztráty předpětí vlivem dotvarování a smršťování betonu konstrukce.

Model konstrukce je uložen na tuhé podpory respektující její dovolené deformace – tedy pevný kloub na jednom konci prostého pole a posuvný kloub na druhém konci. Příčný řez je předepnut lany z materiálu Y1860S7-15,7 mm. Vedení kabelů je nutné s ohledem na vzpěrnou únosnost jednotlivých polí stupňovat a tak, aby od podpory k podpoře procházela pouze cca jedna třetina celkové plochy předpětí a nebylo tak dosaženo na největší vzpěrné délce normálové síly překračující kritickou vzpěrnou únosnost prvku. Pro účely ověření návrhu konstrukce bylo provedeno posouzení krajního, nejdelšího pole na účinky předpětí. Konstrukce je předepnuta čtrnácti kabely, z nichž každý je tvořen 21 kusy lan průměru 15,7 mm a plochy 150 mm². Celková plocha kabelu je tedy 21*150 = 3150 mm². Napětí v době předpínání je uvažováno hodnotou $\sigma_{pm0} = 1464,0$ MPa.

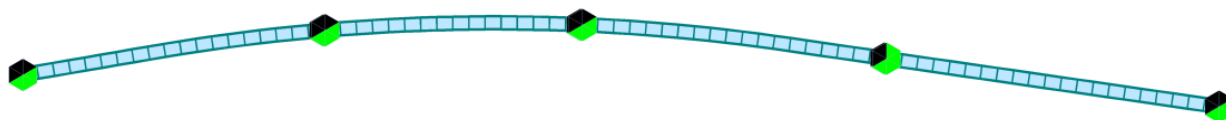
Model mostu je zatížen vlastní tíhou, předpětím, reologickými změnami a užitným zatížením chodci. Užitné zatížení je uvažováno dle ČSN EN 1991-2, kap. 5, čl. 5.3.2.1. hodnotou 3,1 kN/m². Zatížení teplotou nemá na konstrukci tvořenou prostými poli silový účinek.

Posudek konstrukce respektuje uvažovaný postup výstavby ze segmentů délky cca 4,0 m. Pro zaručení spojitosti konstrukce je rozhodujícím kritériem návrhu vytvoření tlakové rezervy pro častou kombinaci zatížení $\sigma_c < \text{cca } -1,0$ MPa ve spárách mezi segmenty. Tuhost konstrukce je zvolena tak, aby byl splněn deformační limit L/250 pro užitné zatížení chodci.

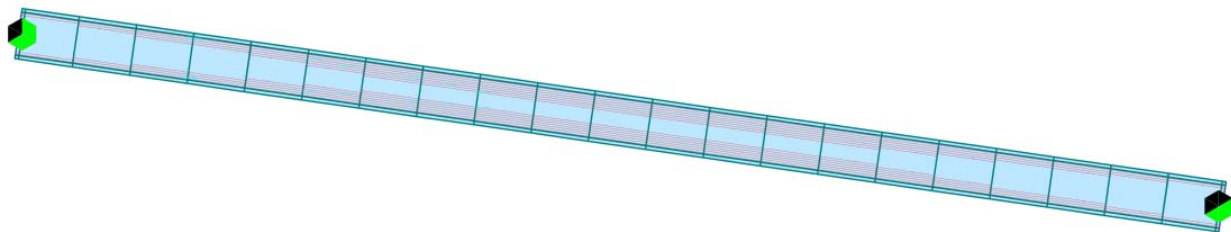
Pro posouzení MSP byly uvažovány součinitele zatížení a materiálů 1, pro posudek MSÚ byly uvažovány součinitele γ dle norem ČSN EN (1,5 pro beton; 1,15 pro ocel; 1,35 stálá zatížení a 1,5 užitná zatížení).



Obr. 1 Axonometrie modelu



Obr. 2 Přodorysný pohled na model



Obr. 3 Detail vedení předpínacích kabelů půdorysně nejdelším polem



Obr. 4 Detail axonometrie modelu krajního pole

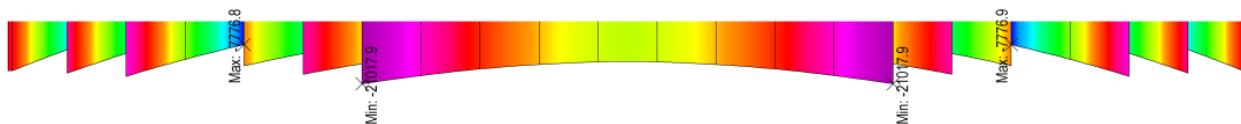


Obr. 5 Příčný řez

Výsledky numerické analýzy



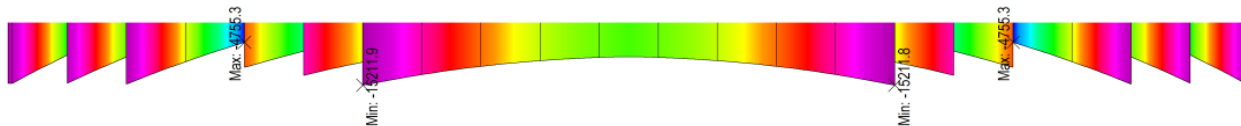
Obr. 6 Normálové napětí σ_c [kPa] v čase uvedení do provozu v horních vláknech průřezu od stálých zatížení



Obr. 7 Normálové napětí σ_c [kPa] v čase uvedení do provozu v dolních vláknech průřezu od stálých zatížení



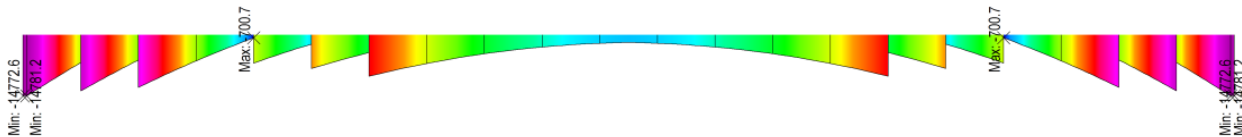
Obr. 8 Normálové napětí σ_c [kPa] na konci životnosti v horních vláknech průřezu od stálých zatížení



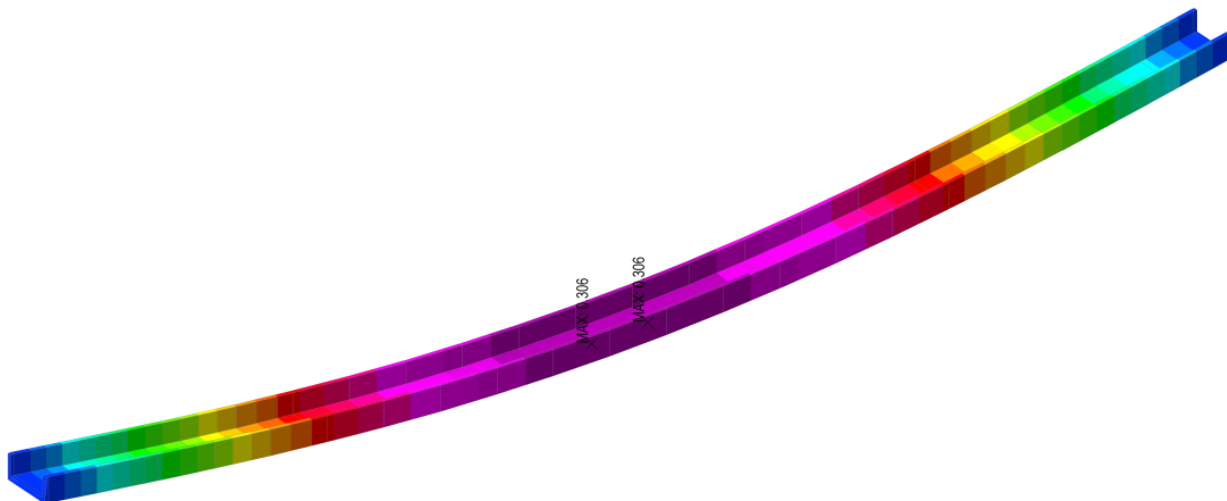
Obr. 9 Normálové napětí σ_c [kPa] na konci životnosti v dolních vláknech průřezu od stálých zatížení



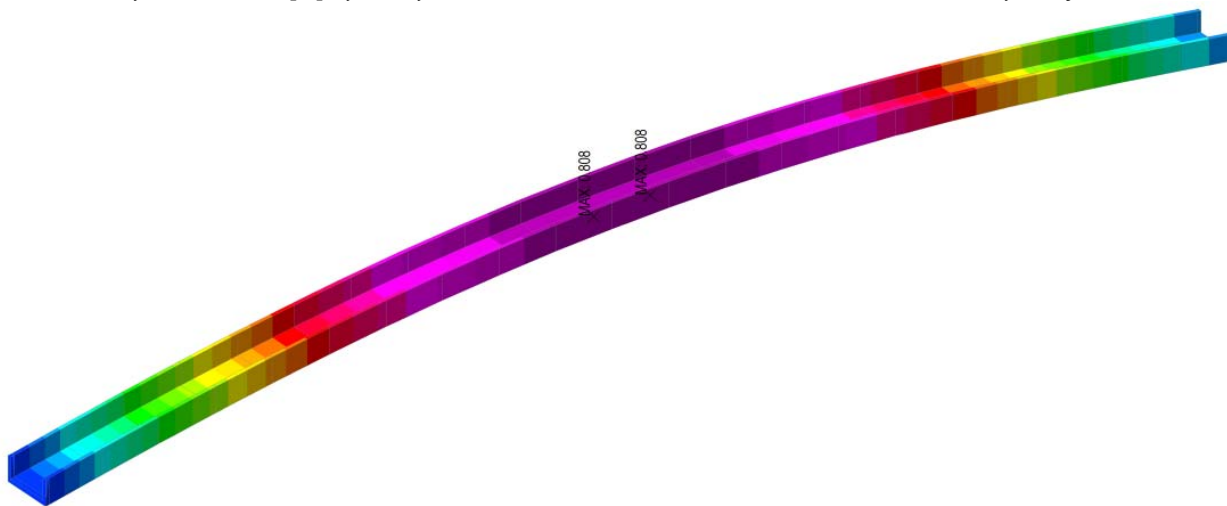
Obr. 10 Normálové napětí σ_c [kPa] na konci životnosti v horních vláknech průřezu od časté kombinace



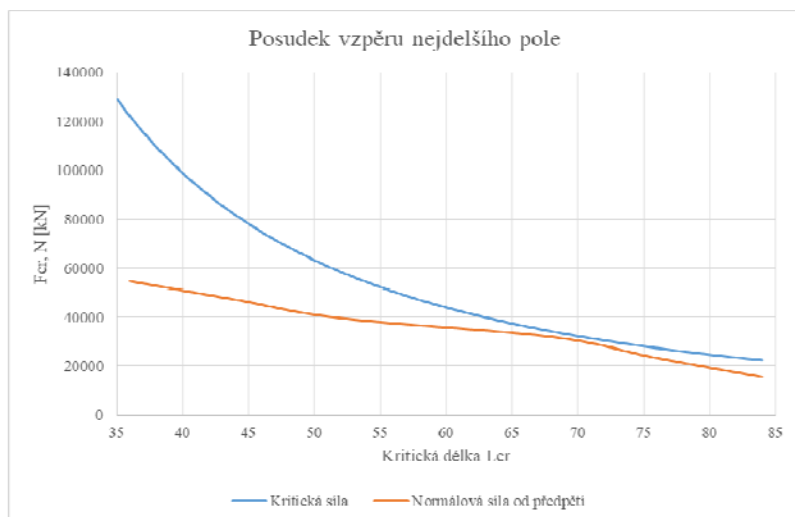
Obr. 11 Normálové napětí σ_c [kPa] na konci životnosti v dolních vláknech průřezu od časté kombinace – podmínka tlakové rezervy splněna



Obr. 12 Průhyb konstrukce [m] vyvolaný zatížení chodci $0,306\text{mm} < 84,0/250 = 0,336\text{mm}$... vyhovuje!



Obr. 13 Vzepětí konstrukce [m] vlivem předpětí



Obr. 14 Posouzení vzpěru nosníku vůči normálové síle od předpětí

Zjednodušeným výpočtem bylo prokázáno, že konstrukce je ve zvoleném návrhu proveditelná i při použití standardních výpočetních postupů.

Vytištěné zmenšeniny panelů grafické části na formát A4

Panel 1

Panel 2

Panel 3

Panel 4

Panel 5