

LÁVKA V ŽAMBERKU

Jan Marek, Jiří Kolísko, Petr Tej, David Čítek, Ota Melter, Jan Mourek, Pavel Guňka

1 Úvod

Účelem lávky je převedení stezky pro pěší přes řeku Divoká Orlice v Žamberku. Nová mostní konstrukce je umístěna v místě původního železobetonového obloukového mostu, který svým stavebně-technickým stavem dále nevyhovoval podmínkám pro bezpečné používání a byl zdemolován.

Požadavky na řešení nového mostního objektu byly zadány shodnou polohou se stávající lávkou a požadovanou volnou výškou pod lávkou, dále byly dány niveletou navazujících komunikací a zvoleným řešením obloukové nosné konstrukce se spodní mostovkou, se svislými závěsy a dvojicí železobetonových oblouků.

2 Technické řešení mostu

Návrh nového mostního objektu vychází z tvarového řešení původní mostní konstrukce (Obr. 1) a konfigurace okolního terénu a překonávaného vodního toku. Komunikace je v místě mostu navržena v přímé linii, bez příčného či podélného sklonu. Průchozí šířka mostu je navržena 2,2 m.



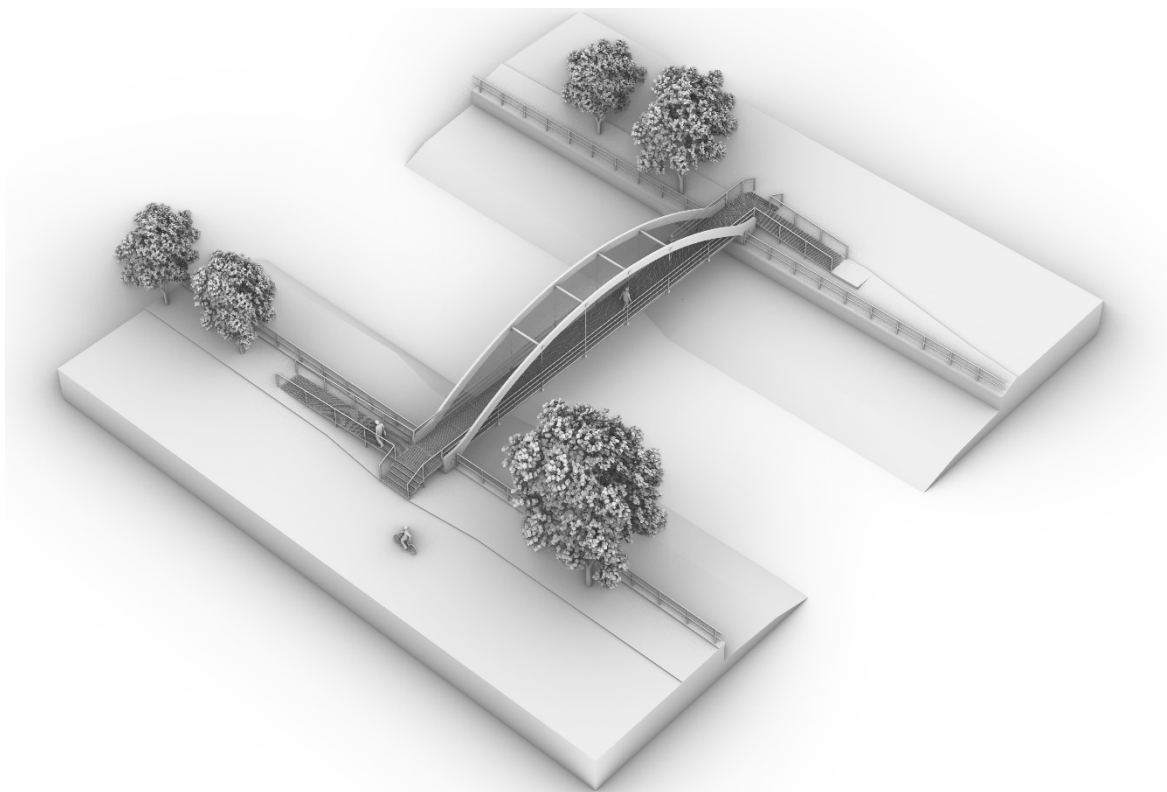
Obr. 1 Původní betonový most

2.1 Nová nosná konstrukce

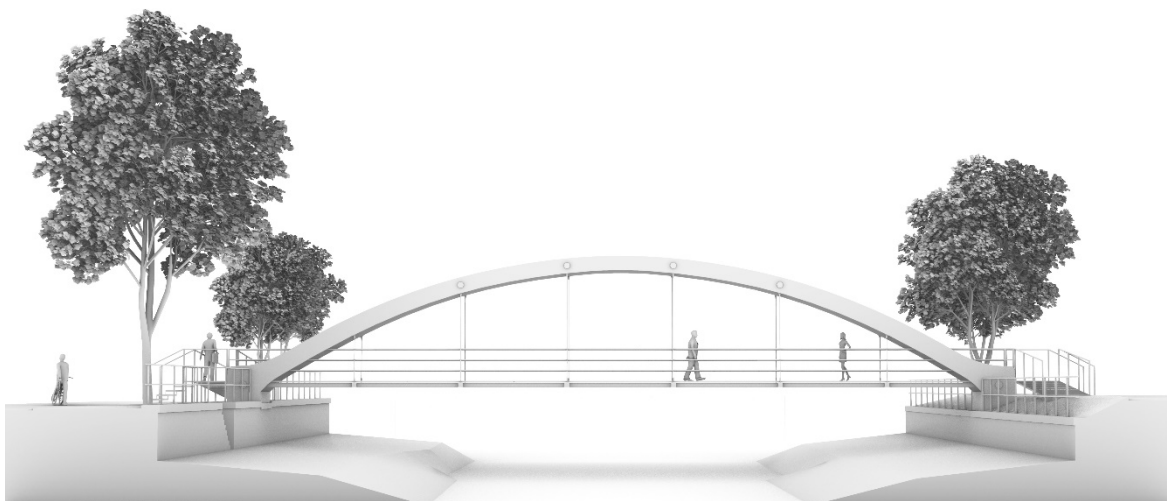
Novou lávku (Obr. 3 a Obr. 2) lze definovat jako obloukovou mostní konstrukci s táhlem a zavěšenou dolní mostovkou. Oblouky mostu tvarově respektující původní tvar betonové lávky jsou navrženy z materiálu UHPFRC s černým pigmentem a jsou spojeny ocelovými trubkovými rozpěrami. Roštová mostovka sloužící jako táhlo oblouku je navržena jako ocelová a je zavěšena tyčovými závěsy na konstrukci oblouku. V patě oblouku je ocelová mostovka spojena s obloukem použitím čepového spoje.

Konstrukce oblouku je zhotovena jako prefabrikát s montážním spojem ve vrcholu oblouku. Montážní spoj ve vrcholu oblouku je zabetonován in-situ s provázáním výztuže pomocí příložek. V dolní části oblouku z prefabrikátu vyčnívala výztuž pro sprážením s monolitickými příčnicí, zárodky kotev příčného předpětí a styčná spára je vystrojena smykovými zámky.

V monolitických nadpodporových příčnicích betonové UHPFRC obloukové konstrukce je navrženo trvalé příčné sepnutí použitím předpínacích tyčí prům. 32 mm, které jsou zainjektovány do předinstalovaných kanálků.



Obr. 2 Návrh nového mostu: ptačí perspektiva



Obr. 3 Návrh nového mostu: pohled

2.2 Mostovka

Konstrukce mostovky je tvořena podélníky a příčnicíky z profilů HEA 160. Tyto tvoří dohromady sedm polí. Každé z polí je diagonálně zavětrováno 4 táhly se středovou rozetou

o průměru táhla 20mm. Na podélnících jsou navařeny konzoly kotvení pororoštových panelů mostovky. Na vnitřní straně podélníku jsou rovněž navařeny kotevní body pro lištu LED prosvětlení mostovky. Celá tato ocelová mostovka tvoří táhlo kotvené na koncích mostovky 4 čepy o průměru 85mm. Mostovka je výrobně dělená na poloviny z důvodu jednoduššího transportu a možnosti zinkování ponorem. Tyto poloviny mostovky byly v průběhu stavby svařeny uprostřed rozpětí.

Zásadní požadavek při montáži mostovky bylo správné vymezení vůle v čepích a vnesení požadovaného napětí pro zajištění stability UHPFRC oblouků a zachycení horizontální reakce. Ocelová mostovka je zavěšena na betonový oblouk použitím ocelových tyčových závěsů prům. 20 mm s koncovými vidlicemi s čepy a napínacím mechanismem. Ztužení ocelové mostovky (zavětrování) je navrženo obdobným způsobem.

Mostovka na mostě a pochozí povrch ramp jsou navrženy jako ocelové, pororoštové. Pororoštové panely jsou samonosné – atypické olemování 6mm plechem tvoří žebra nesoucí panel v příčném směru. Přes tyto žebra jsou panely kotveny k nosné ocelové konstrukci. Odvodnění mostovky je řešeno přímým odtokem vody pod most.

2.3 Založení a spodní stavba

Opěry mostu jsou umístěny na části původních odbouraných kamenných opěr. Založení opěr je navrženo jako hlubinné, na svislých a šikmých mikropilotách, přičemž svislé mikropiloty jsou převrtávány přes původní kamenné opěry neznámých rozměrů.

Opěry OP00 a OP10 se skládají z dříku, úložného prahu, závěrné zídky a bočních plentovacích zídek. Horní povrch úložného prahu je spádován směrem do čela opěry a čelní pohledová část opěr je opatřena kamenným obkladem přikotveným k opěře, který sjednocuje vzhled opěry a navazujících nábrežních opěrných stěn. Na horním povrchu jsou umístěny čtvercové podložiskové bloky. Opěra OP00 je doplněna o dilatačně oddělená kolmá křídla, která jsou řešena shodně jako navazující, nedávno budovaná, opěrná nábrežní stěna. Horní povrch těchto úhlových stěn je opatřen kamennou římsou a čelo stěn je obloženo kamenem pro sjednocení vzhledu s navazujícími konstrukcemi.

2.4 Vybavení

Nosná konstrukce je na spodní stavbu uložena pomocí elastomerových ložisek. Na koncích mostní konstrukce, při přechodu na nástupové rampy, jsou osazeny netěsněné plechové mostní závěry se sklotextitovou vložkou jako ochranou proti vlivu bludných proudů. Plech na straně lávky je ze spodní strany také opatřen sklotextitovou vložkou, pro zmenšení tření a izolaci plechů. Náslapný povrch plechu je opatřen protiskluzovou úpravou.

Zábradlí na mostě je tvořeno ocelovými vodorovnými madly, která jsou kotveny ke štíhlým ocelovým sloupkům připevněným k ocelové mostovce a ocelovým závěsům. Výplň zábradlí je tvořena ocelovou nerezovou sítí. Na přístupových rampách je zábradlí součástí ocelové konstrukce ramp.

3 Prefabrikáty z UHPFRC

Prefabrikované dílce oblouků byly zhotoveny jako 4 tvarově shodné kusy. Osazení ocelových kotevních přípravků pro táhla pro zavěšení mostovky a styčnickové plechy pro trubkové zavětrování si vyžádaly oboustranně použitelnou formu. Takto byly zhotoveny dvě levé a dvě pravé poloviny oblouku.

Byla použita celoocelová forma (Obr. 4) s přesně definovanou geometrií, s přípravky pro přesné osazení ocelových kování a zejména s kapsou pro čep mostovky.
Byly odlity 4 kusy (Obr. 5 až Obr. 8)



Obr. 4 Celoocelová forma



Obr. 5 Prefabrikáty oblouků ve stojanech ve výrobě KŠ PREFA Tovačov



Obr. 6 Prefabrikáty oblouků ve stojanech ve výrobě KŠ PREFA Tovačov



Obr. 7 Prefabrikát oblouku ve stojanu ve výrobě KŠ PREFA Tovačov

Mechanické parametry materiálu a výsledky kontrolních zkoušek jsou patrné z následující tabulky (Tab. 1).

Tab. 1

Číslo vzorku	Konzistence Hagerman (mm)	Objemová hmotnost ZB (kg/m ³)	Pevnost 28 denní (MPa) na zlomcích trámčů 40x40x160		Průměr (MPa)	Pevnost v tahu za ohybu 40x40x160 (MPa)	Průměr (MPa)
U3	300	2 465	186,8	177,6	179,6	42,8	37,9
		2 395	181,1	177,0		38,1	
		2 445	184,6	170,3		32,7	
U3	300	2 435	176,6	184,4	185,7	29,7	34,5
		2 425	186,9	188,4		40,5	
		2 465	189,4	188,3		33,4	
U9	300	2 435	167,7	176,0	175,8	42,9	39,5
		2 405	186,2	177,9		37,4	
		2 415	174,9	171,9		38,3	
U9	300	2 435	180,3	172,3	172,8	36,2	37,1
		2 425	173,1	175,6		35,2	
		2 450	169,2	166,0		39,8	
U17	310	2 475	166,2	172,1	166,1	37,9	37,7
		2 455	164,1	160,1		35,9	
		2 460	165,1	168,7		39,4	
U17	310	2 465	167,9	170,8	166,3	34,1	35,6
		2 450	161,1	166,3		33,1	

18. konference Technologie a provádění (2023)

Sekce X: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

		2 455	166,6	165,2		39,7	
U23	310	2 450	173,7	174,2	173,2	38,9	36,4
		2 440	174,1	174,5		32,8	
		2 450	168,5	174,1		37,6	
U23	310	2 460	168,6	165,5	165,1	39,4	35,1
		2 445	161,7	159,1		33,2	
		2 420	168,9	166,6		32,7	

4 Výstavba

4.1 Autoři

Generálním dodavatelem stavby je společnost Skanska a.s. Architektonické a konstrukční řešení navrhli a zpracovali Petr Tej, Jan Mourek, Petr Kněž a Oto Melter z Kloknerova ústavu ČVUT.

Technologii zpracování UHPC jak pro prefabrikaci tak pro monolitickou část konstrukce zpracovali Jiří Kolísko, David Čítek a Jan Marek.

Výrobu prefabrikovaných oblouků zajistila KŠ PREFA ve výrobním závodě Tovačov. Dodavatel UHPC Valucem 110/130 na oblouky a monolitické příčnický nad podporou a ve vrcholu oblouků byla společnost PREMIX servis. s.r.o.

4.2 Časový průběh

Stavba byla zahájena v září 2022 realizací přeložky vodovodu umístěném na původní lávce pro pěší určené k demolici. Po přeložení vodovodního potrubí DN 100 s využitím protlaku pod vodním tokem Divoké Orlice bylo přistoupeno k odstranění jak nosné konstrukce, tak i spodní stavby (dříků opěr) původní betonové lávky přes Divokou Orlici.

Realizace nové lávky byla zahájena provedením mikropilotového založení skrz zbytky základů původních opěr. V další fázi byly vybudovány železobetonové dříky opěr, které jsou z větší části zapuštěny do nábrežních zdí lemující vodní tok Olše.

V prosinci 2022 byla zkompletována nosná konstrukce mostu sestávající z UHPC obloukových pasů a ocelové mostovky. Ta tvoří táhlo oblouku a je na něj zavěšena použitím tyčových ocelových závěsů.



Obr. 8 Předmontáž mostovky



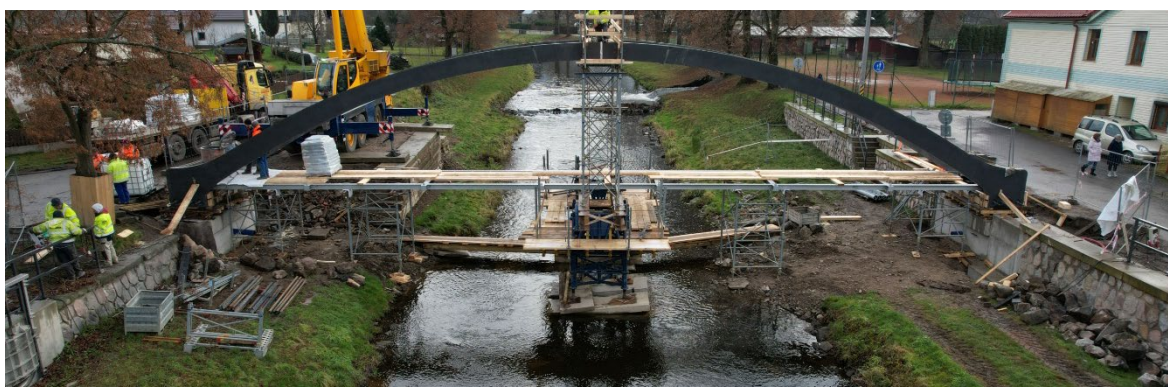
Obr. 9 Pohled na osazenou nosnou část mostovky



Obr. 10 Osazení první poloviny prvního oblouku



Obr. 11 Osazené všechny 4 poloviny oblouků



Obr. 12 Osazené všechny 4 poloviny oblouků

4.3 Zmonolitnění

Zmonolitnění nosné konstrukce v místech úložných prahů a opěr proběhlo dne 8. 11. 2022 pracovníky Kloknerova ústavu. V rámci betonáže bylo využito pytlované směsi UHPC Valucem (PREMIX servis s.r.o.) doplněné o rozptýlenou výztuž ve formě ocelových drátků o celkovém objemu 1,5%. Míchání bylo prováděno přímo na staveništi ve dvou mobilních míchacích zařízeních o objemu každé záměsi cca 40 litrů (Obr. 13). Objem jednotlivých betonovaných konstrukčních částí byl cca 900 litrů. Společně s úložnými prahy byl směsí vyplněn prostor ve vrcholu oblouků sloužící k zmonolitnění kompletních oblouků. Směs byla kontinuálně míchána na obou míchacích zařízeních umístěných přímo nad betonovanými úložnými prahy a vypouštěna střídavě přímo do bednění.



Obr. 13 Příprava na zmonolitnění

Z každé betonáže na obou stranách lávky byly odebrány zkušební vzorky čerstvého UHPC pro zkoušky konzistence a pro výrobu zkušebních těles. Vybrané výsledky fyzikálně mechanických zkoušek ve 28 dech jsou uvedeny v následujících tabulkách (Tab. 2 a Tab. 3).

Tab. 2 Kontrolní zkoušky čerstvé směsi vyrobené na stavbě

Označení betonáže	Čas odběru	Teplota materiálu	Rozlítí HG	Teplota prostředí	Vyrobená tělesa
	[hh:mm]	[°C]	[mm]	[°C]	
1. opěra	13:10	12,4	300×300	2,6	T160,V200,K100,CHRL
2. opěra	15:30	11,2	310×310	0,3	T160,V200,K100,CHRL
zmonolitnění oblouků	13:30	12,1	310×310	2,5	K100

Tab. 3 Kontrolní zkoušky ztvrdlé směsi vyrobené na stavbě

Označení betonáže	Pevnost v tlaku [MPa]			Pevnost v tahu za ohybu [MPa]
	Typ tělesa			
	Krychle 100 mm	Válec 100/200 mm	Trámeček 40×40×160 mm	
1. opěra	134,0	128,3	165,5	32,8
2. opěra	136,5	128,9	166,0	33,1
zmonolitnění oblouků	131,6	-	-	-

Po betonáži byl povrch UHPC uhlazen ocelovými hladítky a přikryt geotextilií a polystyrenem pro zajištění ochrany proti odparu a proti účinkům chladného počasí (Obr. 14 a Obr. 15).

**Obr. 14** Stav mostu po betonáži monolitických částí z UHPFRC**Obr. 15** Stav mostu po betonáži monolitických částí z UHPFRC

5 Závěr

Do konce března 2023 zhotovitel mostu dokončí práce na předpolí lávky. Jedná se zejména o ocelové nástupní rampy, schodiště a k nim navazující chodníky na Husově a Havlíčkově nábřeží.

Nová lávka s nosnými oblouky z UHPFRC (Obr. 14) bude důstojným nástupcem tradiční betonové obloukové lávky. Věčná trvanlivost materiálu je oknem do budoucnosti, zatímco tvarové architektonické řešení je pokornou úctou k umění našich betonářských předků.

Autoři věří, že most bude spolehlivě sloužit nejen z hlediska své primární funkce, ale i z estetického úhlu pohledu spojením minulé krásy a moderní technologie.



Obr. 16 Aktuální stav: lávka před dokončením

Dedikace:

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.

18. konference Technologie a provádění (2023)

Sekce X: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Prof. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

✉ Kloknerův ústav ČVUT v Praze
Šolínova 7
166 08 Praha 6 - Dejvice

☎ +420 725 417 699

☺ petr.tej@cvut.cz

URL www.klok.cvut.cz

Ing. arch. MgA. Petr Tej, Ph.D.

✉ Kloknerův ústav ČVUT v Praze
Šolínova 7
166 08 Praha 6 - Dejvice

☎ +420 725 417 699

☺ petr.tej@cvut.cz

URL www.klok.cvut.cz

Ing. David Čítek, Ph.D.

✉ Kloknerův ústav ČVUT
Šolínova 7
166 08 Praha 6

☎ 605 907 554

☺ david.citek@cvut.cz

URL www.cvut.cz

Ing. Jan Mourek, Ph.D.

✉ Kloknerův ústav ČVUT v Praze
Šolínova 7
166 08 Praha 6 - Dejvice

☎ +420 725 417 699

☺ jan.mourek@cvut.cz

URL www.klok.cvut.cz

Ing. Pavel Guňka

✉ Skanska a.s., divize Inženýrské
stavitelství, závod Technologie,
oblast Mosty
Pavelkova 1342/6a, 779 00 Olomouc

☎ +420 731 535 233

☺ Pavel.Gunka@Skanska.CZ

URL www.skanska.cz

Ing. Jan Marek

✉ KŠ PREFA, s. r. o.
Jinonická 805/57
150 00 Praha 5 - Košíře

☎ +420 606 609 274

☺ j.marek@ksprefa.cz

URL www.ksprefa.cz

Ing. arch. Oto Melter

✉ Kloknerův ústav ČVUT v Praze
Šolínova 7
166 08 Praha 6 - Dejvice

☎ +420 725 417 699

☺ ota.melter@cvut.cz

URL www.klok.cvut.cz