



1

NOVÉ VISUTÉ MOSTY

Jiří Stráský, Pavel Sliwka, Pavel Kaláb, Jan Nováček, Pavlína Lakatosová

Nové visuté mosty s mostovkou zavěšenou na vně skloněných visutých kabelech jsou popsány s ohledem na architektonické a konstrukční řešení, statickou a dynamickou analýzu a postup výstavby. První konstrukce byla navržena pro převedení cyklistické a pěší dopravy přes řeku Bečvu. Konstrukce, která má velmi štíhlou betonovou mostovku sestavenou z prefabrikovaných segmentů, je předepnuta nesoudržnými kabelemi. Další dvě konstrukce, které převádí horkovodní potrubí, mají mostovku tvořenou ocelovým roštem ztuženým vnějšími kabelemi. Pylony všech tří konstrukcí jsou z betonu a mají tvar písmene V.

NEW SUSPENSION BRIDGES

New suspension bridges with a bridge deck suspended on outwards inclined suspension cables are described in terms of the architectural and structural solutions, static and dynamic analysis and construction procedure. The first structure was designed to transfer cycling and pedestrian traffic across the Bečva River. The structure, which has a very slender concrete bridge deck assembled of precast segments, is prestressed by non-bonded cables. The other two structures, which carry the hot water pipelines, have a bridge deck formed by a steel grid stiffened by external cables. The pylons of all three structures are made of concrete and have the shape of the letter V.

Lávka přes řeku Bečvu

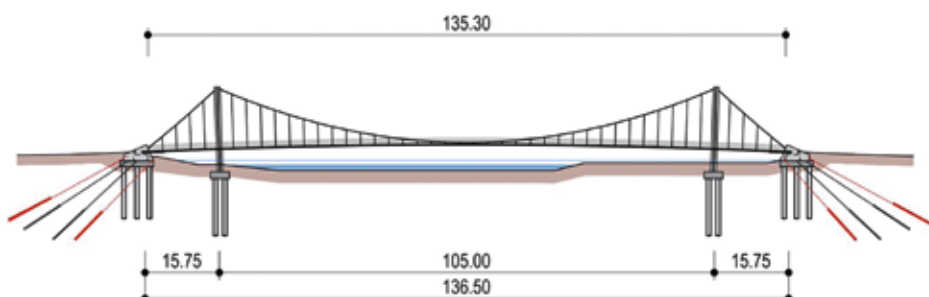
Lávka, která je situovaná mezi obcemi Ústí a Černotín, je součástí cyklostezky Bečva spojující Velké Karlovice s Tovačovem. Niveleta lávky, jež kolmo přemostňuje řeku Bečvu, je vedena ve vrcholovém zakružovacím oblouku s poloměrem 1 705 m, tečny jsou v podélném sklonu 5,26 % (obr. 1). Volná šířka mezi zábradlím lávky je 3,5 m.

Konstrukční a architektonické řešení

Návrh konstrukce navázal na naše předcházející visuté konstrukce [1], [2]. Lávku celkové délky 145,5 m tvoří visutá konstrukce s rozpětím hlavního pole 105 m. Mostovka celkové délky 137,7 m o třech polích s rozpětími 15,75 + 105 + 15,75 m je na vnějších okrajích zavěšena na vně skloněných visutých kabelech (obr. 2 a 3). Maximál-

ní svislý průvės visutých kabelů uprostřed rozpětí hlavního pole je 12 m.

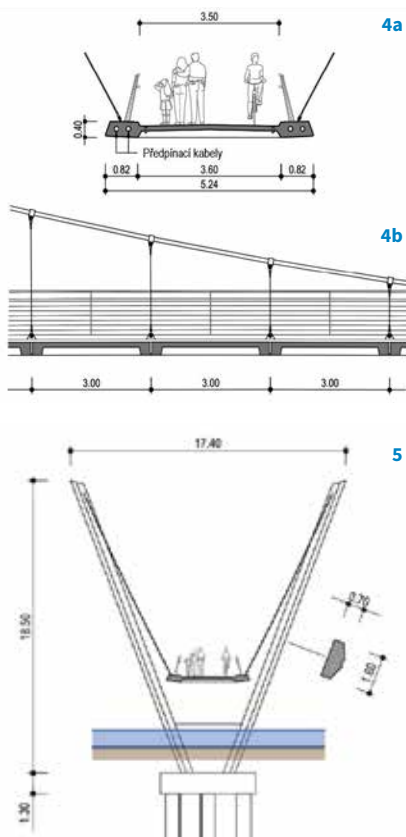
Mostovka z betonu C70/85 je sestavena ze 45 prefabrikovaných segmentů délky 3 m a dvou koncových monolitických příčnicků délky 1,35 m (obr. 4 a 5). Spáry mezi segmenty jsou ze samozhutnitelné vysokopevnostní malty s omezeným smrštěním. 43 vnitřních segmentů má průřez tvořený krajními trámy výšky 0,4 m a mostovkovou des-



2



3



1 Lávka přes řeku Bečvu 2 Podélný řez 3 Konstrukce lávky 4 Mostovka: a) příčný řez, b) podélný řez částí konstrukce 5 Příčný řez lávkou 6 Kotvení visutých kabelů v pylonech a krajních opěrách 7 Kotvení visutých kabelů v pylonu 8 Kotvení visutého kabelu v krajní opěře 9 Tlumič – omezovač pohybů

1 Footbridge across the Bečva River 2 Elevation 3 Footbridge structure 4 Deck: a) cross-section, b) partial elevation 5 Footbridge cross-section 6 Anchoring of suspension cables in the pylons and end abutments 7 Anchoring of suspension cables in the pylon 8 Anchoring of suspension cable in the end abutment 9 Shock transmission unit

Investor	Mikroregion Hranicko a Státní fond dopravní infrastruktury
Projekt	Stráský, Hustý a partneři s.r.o., Brno
Generální zhotovitel	sdružení zhotovitelských firem Eurovia CS, a.s., a KKS, spol. s r.o.
Montáž konstrukce	FIRESTA-Fišer, rekonstrukce, stavby a.s., Brno
Výstavba	podzim 2020 – 29. června 2023

kou, která je u čel zesílena příčnicí. Dva koncové segmenty jsou plné. Mostovka je podélně předepnuta 2x 2 kabely tvořenými 22 monostrandy vedenými v krajních trámech. Kabelové kanálky v segmentech a ve spárách jsou tvořeny polyetylenovými trubkami.

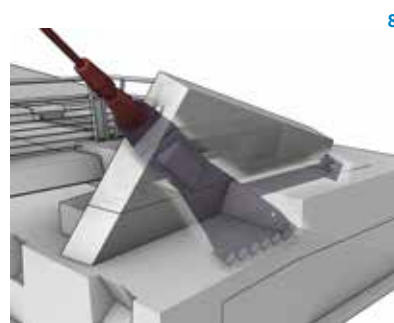
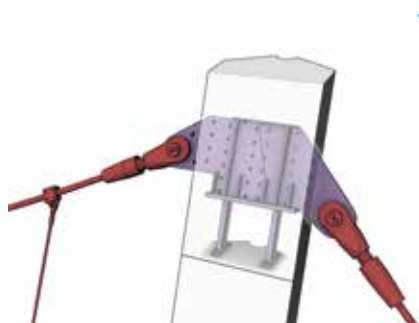
Visuté kabely jsou tvořeny uzavřenými lany (locked coil strands) dodavatele Pfeifer. V krajních polích mají průměr 85 mm, v hlavním poli 80 mm. Kabely

jsou vidlicemi napojeny na kotevní plechy zakotvené v pylonech a krajních opěrách (obr. 6 až 8).

Visuté kabely jsou pevně spojeny se středním segmentem, ve kterém byly zabetonovány krátké ocelové konzoly, mezi nimiž je situován kotevní prvek. Segmenty byly při montáži vzájemně spojeny ocelovými klouby, na které přímo navazují systémové závěsy. Ve středu mostu, kde jsou závěsy příliš krátké,

jsou visuté kabely spojeny se segmenty kloubově připojenými ocelovými táhly. U pylonů bylo, s ohledem na redukci ohybového namáhání mostovky, zavedení mostovky vynecháno.

Na koncové segmenty navazují monolitické příčnice, ve kterých jsou kotveny podélné předpínací kabely, ložiska a dilatační závěry. Na kotevní desky podélných kabelů jsou navařeny kotvicí plechy, na něž jsou připojeny hydraulické





10



11



12



13

ké tlumiče (omezovače pohybů), které spojují mostovku s opěrami (obr. 9).

18,5 m vysoké pylony tvaru písmene V jsou z betonu C40/50. Stojky pylonu s úhlem sklonu 20° od svislé mají konstantní pětiúhelníkový průřez. Ve spodní části jsou do výšky 3 m stojky vzájemně spojeny ztužující stěnou tloušťky 0,5 m. Pylony jsou vetknuty do základových desek podepřených vrtanými pilotami průměru 900 mm.

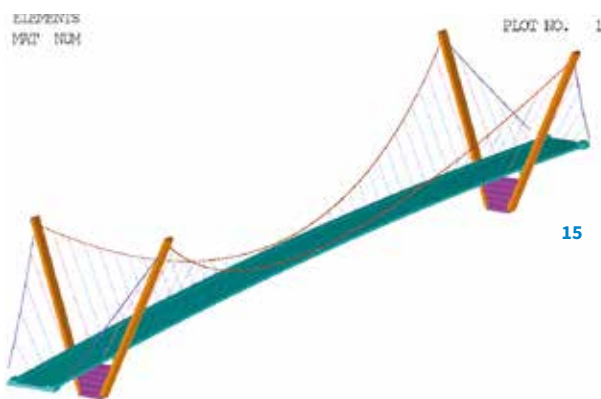
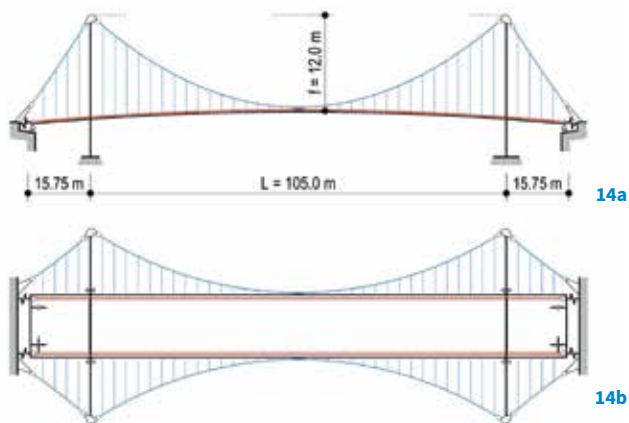
Tahová síla z visutých kabelů je přenášena do krajních kotevních přípravků zakotvených v základových deskách krajních opěr (obr. 8). Kotevní přípravky jsou tvořeny dvěma vzájemně spojenými plechy umožňujícími vyrovnat případné nepřesnosti v osazení jejich spodních částí. Krajní opěry jsou podepřeny vrtanými pilotami kotvenými zemními kotvami. Po provedení navržených kotev byly s ohledem na jejich nevyhovující únosnost doplněny další kotvy a konstrukční řešení základů opěr bylo upraveno. Založení bylo navrženo tak, aby pro stálé zatížení byla vodorovná složka sil v zemních kotvách přibližně rovna vodorovné složce sil ve visutých kabelech. Pak nejsou od stálého zatížení piloty ohýbány.

Mostovka je na krajních opěrách uložena na dvojici neoprenových ložisek, jedno je podélně pohyblivé, druhé je všesměrné. Mezi stojkami pylonů a mostovkou jsou vložena všesměrná svislá ložiska zajišťující přenos vodorovných sil z mostovky do pylonu. Pro eliminaci účinků nahodilých zatížení s rychlým nárůstem odezvy (zatížení chodci, příčný vítr apod.) je mostovka dále vybavena čtveřicí tlumičů (omezovačů pohybu) spojujících mostovku s opěrami.

Zábradlí výšky 1,3 m je dvoumadelové s vodorovnou výplní. Sloupky jsou příčně skloněné, v podélném směru jsou kolmé k niveletě. Osvětlení je ve spodním madle vedeno ve výšce 1 m. Odvodnění lávky je zajištěno trubkami situovanými u obrubníků uprostřed délky každého segmentu. Povrch segmentů je chráněn pochůznou hydroizolační stěrkou.

Stavba lávky

Po provedení vrtaných pilot byly vybetonovány základy pylonů a opěr. Stojky pylonů byly betonovány do překlá-



10 Stavba pylonu **11** Zavěšení prvních segmentů **12** Montáž typického segmentu **13** Smontované hlavní pole **14** Statické působení: a) svislý směr, b) vodorovný směr **15** Výpočtový model
10 Pylon's construction **11** Suspension of the first segments **12** Typical segment's erection **13** Assembled central span **14** Static function: a) vertical direction, b) horizontal direction **15** Analytical model

daného bednění v šesti betonážních taktech, od betonáže třetího taktu byly stojky montážně spojeny předpínací tyčí (obr. 10). Po vybetonování pátého taktu byly osazeny a následně obetonovány kotvící přípravky visutých kabelů.

V základech krajních opěr byly osazeny trubky pro vedení zemních kotev, avšak při napínání byla zjištěna jejich nedostatečná únosnost. Proto byl počet kotev zvětšen a základy opěr byly rozšířeny. Následně byly osazeny a napnuty visuté kabely. Nejdříve kabely krajních polí, následně kabely středního pole. Po jejich napnutí byla zahájena montáž segmentů.

S ohledem na malou hloubku řeky bylo možné v její části položit panely, po kterých se pohybovaly jeřáby montující mostovku. Její montáž byla zahájena zavěšením středního segmentu. Po jeho neposuvném spojení s visutými kabely byly od středu lávky k oběma břehům a maximální nevyrovnanou tíhou jednoho segmentu zavěšovány ostatní segmenty (obr. 11). Při montáži mostovka postupně měnila tvar, nejdříve sledovala konvexní tvar visutých kabelů, který se postupně měnil v projektovaný tvar konkávní (obr. 13). Při montáži byl segment nejdříve kloubově připojen k již smontované části konstrukce (obr. 12), potom byl zavěšen na visutý kabel.

V průběhu montáže segmentů byly postupně napínány zemní kotvy. Postup napínání byl volen tak, aby piloty byly co nejméně namáhány ohybem, tzn. že vodorovná složka předpínací síly v nově napínaných kotvách přibližně

odpovídala zvětšení vodorovné složky tahové síly visutých kabelů. Montáž mostovky byla ukončena montáží koncových plných segmentů, ke kterým byly přibetonovány příčníky.

Po vybetonování spár mezi segmenty byla konstrukce předepnuta, byly osazeny hydraulické tlumiče (omezovače pohybů) a ještě před provedením pochůzných vrstvy a montáží zábradlí byla konstrukce ověřena statickými a dynamickými zatěžovacími zkouškami. Stavba lávky započala na podzim roku 2020, lávka byla otevřena 29. června 2023.

Statická a dynamická analýza

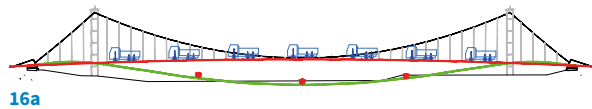
Statické působení konstrukce je zřejmé z obr. 14. Vnější sklonění visutých kabelů významně ztužuje konstrukci ve vodorovném směru. Jejich pevné spojení s mostovkou ve středu mostu a spojení mostovky s opěrami tlumiči vytváří statický systém, ve kterém je mostovka kvůli eliminaci dynamických účinků zatížení příčné a podélně vetknuta do opěr. Takto jsou omezeny příčné a vodorovné pohyby konstrukce, na které jsou lidé velmi citliví. Skutečnost, že je mostovka předepnuta nesoudržnými kabely tvořenými monostrandy, garantuje, že se při jakékoliv deformaci mostovky napětí v kabelech zvyšuje po jejich celé délce. Při omezení podélného pohybu mostovky v opěrách tlumiči odpovídající radiální síly v kabelech stabilizují konstrukci a omezují její deformace. Vzniká tak velmi tuhý statický systém, u kterého je odezva na pohyb konstrukce od zatížení chodci anebo větrem minimální.

Podle povahy řešeného problému byla konstrukce řešena jako prostorová konstrukce sestavená z prutových anebo deskostěnových prvků. Analýza montážních i provozních stavů vyšla ze zvoleného počátečního stavu, ve kterém byla definována požadovaná geometrie i stav napjatosti. Konstrukce byla řešena dvěma programovými systémy: Ansys a Midas Civil. Na obr. 15 je prostorový výpočtový model.

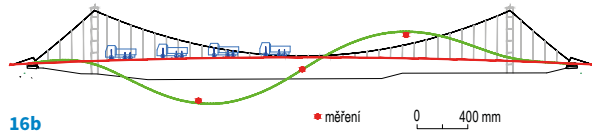
Funkce tlumičů byla uvažována podle typu zatížení. Pro statické zatížení působící delší dobu byly tlumiče uvolněny – měly nulovou tuhost. Pak se konstrukce značně deformuje a je namáhána významnými ohybovými momenty. Proto se při zatěžovací zkoušce po zatížení konstrukce vozidly počkalo, dokud se vodorovné posuny neustálily [3].

Při zatěžovací zkoušce byla konstrukce ověřena sedmi prázdnými vozidly Tatra T815 celkové hmotnosti 7×12 t, situovanými po celé délce (obr. 16a), a čtyřmi vozidly celkové hmotnosti 4×12 t, situovanými na jedné polovině (obr. 16b a 17). Protože na konstrukci ještě nebylo zábradlí a pochůzná izolace, odolávala zatížení jen samotná konstrukce. Tím lze vysvětlit pozoruhodnou shodu vypočítaných a naměřených deformací. Při prvním zatížení byla účinnost zatížení 84 % a vodorovný posun ložisek na opěrách 14 mm, při druhém zatížení byla účinnost zatížení 80 % a vodorovný posun ložisek na opěrách až 69 mm.

Je vhodné si uvědomit, že kritické zatížení působící dlouhodobě na jedné polovině silničního mostu snad



16a



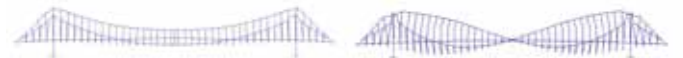
16b



18a

$$f_{V(1)} = 0,559 \text{ Hz}$$

$$f_{V(2)} = 0,697 \text{ Hz}$$



18b

$$f_{T(1)} = 1,659 \text{ Hz}$$

$$f_{T(1)}/f_{V(1)} = 2,968 \text{ Hz}$$

$$f_{T(2)} = 1,914 \text{ Hz}$$

$$f_{T(2)}/f_{V(2)} = 2,746 \text{ Hz}$$



17

může nastat při poruše vozidla nacházejícího se uprostřed rozpětí. Toto vozidlo pak brání pohybu ostatních vozidel, které zůstanou na mostě a působí dlouhodobě jako vozidla při zatěžovací zkoušce. Lávka samozřejmě může být zatížena lidmi stojícími na jed-

né polovině. Ti však v případě nehody z lávky odejdou a nezpůsobí vodorovný pohyb ložisek. I když při uvažování této skutečnosti by bylo možné redukovat ohybové namáhání, neposuvné podepření konstrukce nebylo pro statické zatížení v projektu uvaženo. Pev-

né podepření konstrukce však bylo zohledněno pro dynamické zatížení.

Pro posouzení pohody chodců a účinků větru byla provedena modální analýza konstrukce. Aerodynamická stabilita byla ověřena posouzením poměru odpovídajících kroutivých a ohybových frekvencí, který byl větší než doporučená hodnota 2,5 (obr. 18) [4].

Pohoda chodců byla posouzena podle [5] a [6] pro impulsy vyvolané dvěma osobami s hodnotami $2 \times 180 \text{ N}$ pro svislý směr a $2 \times 70 \text{ N}$ pro vodorovný směr. Dynamická zatěžovací zkouška potvrdila, že je konstrukce velmi tuhá a že pohyb konstrukce vyvolaný dynamickým zatížením působícím jak ve svislém, tak i vodorovném směru nevyvolá u uživatelů nepříjemné pocity [7].

Vnější sklonění visutých kabelů vítá chodce a cyklisty k přechodu řeky (obr. 19), tuhost lávky jim dává pocit bezpečí a vyzývá je k zastavení.

16 Zatěžovací zkouška – deformace: a) zatížení na celé délce, b) zatížení na polovině 17 Ze zatěžovací zkoušky – zatížení na polovině 18 Kontrola aerodynamické stability: a) svislé frekvence, b) kroutivé frekvence 19 Lávka přes řeku Bečvu

16 Loading test – deformations: a) full-length load, b) half-length load 17 Loading test – half-length load 18 Checking of the aerodynamic stability: a) vertical frequencies, b) torsional frequencies 19 Footbridge across the Bečva River



19

Literatura:

- [1] STRÁSKÝ, J. *Stress ribbon and cable supported pedestrian bridges*. London: Thomas Telford Publishing, 2005. 2nd edition, 2011. ISBN 0 7277 3282 X.
- [2] SLIWKA, P., KALÁB, P., ŠTEFAN, P., STRÁSKÝ, J. Lundabron – lávka pro pěší a cyklisty. *Beton TKS*. 2020, roč. 20, č. 4, s. 32–39. ISSN 1213-3116.
- [3] ŠTEFAN, P. *Cyklostezka Bečva – k.ú. Černotín, k.ú. Ústí: Etapa 1 – Lávka přes Bečvu*. Zpráva o statické zatěžovací zkoušce. Měřicí laboratoř Stráský, Hustý a partneři. Brno, 2023.
- [4] HOLME, J., D. *Wind Loading of Structures*. CRC Press, 2001.
- [5] *Guidelines for the design of footbridges. fib – Guide to good practice prepared by Task Group 1.2. Fédération internationale du béton (fib)*, 2005. ISBN 2-88394-072-X.
- [6] STRÁSKÝ, J., NEČAS, R., KOLÁČEK, J. Dynamická odezva betonových lávek. *Beton TKS*. 2009, roč. 9, č. 4, s. 80–87. ISSN 1213-3116.
- [7] NEČAS, R. *Cyklostezka Bečva – k.ú. Černotín, k.ú. Ústí: Etapa 1 – Lávka přes Bečvu*. Zpráva o dynamické zatěžovací zkoušce. Měřicí laboratoř Stráský, Hustý a partneři. Brno, 2023.

Potrubní mosty Křivonoska a Hluboká nad Vltavou

Horkovodní potrubí vedené od jaderné elektrárny Temelín do Českých Budějovic je převáděno nad chráněnými územími tvořenými mokřinami po dvou visutých mostech podobného uspořádání.

Konstrukční a architektonické řešení

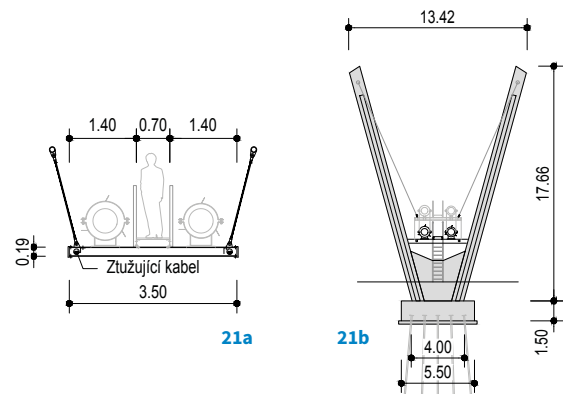
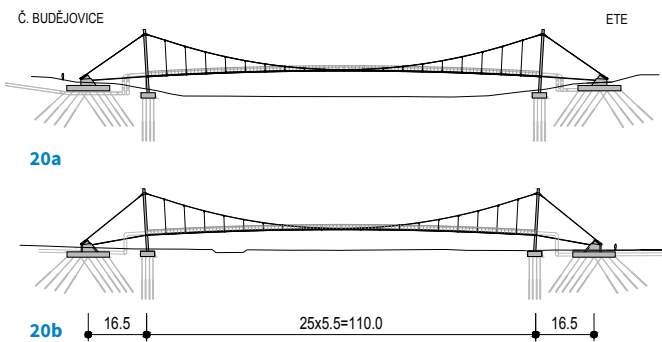
Konstrukční řešení mostů navazuje na řešení lávky přes Bečvu. Obě mostní

konstrukce o třech polích s rozpětími 16,5 + 110 + 16,5 m jsou tvořeny velmi štíhlým ocelovým roštem, který je na vnějších okrajích zavěšen na vně skloněných visutých kabelech (obr. 20). Maximální svislý průvš visutých kabelů uprostřed rozpětí hlavního pole je 10 m.

Ocelový rošt, který je veden v zakružovacím oblouku s poloměrem

Investor	ČEZ, a. s.
Projekt a autorsky dozor	Stráský, Hustý a partneři s.r.o., Brno
Realizační dokumentace	LKM Consult s.r.o., Brno
Generální zhotovitel	konsorcium ELTE/ESB
Výstavba	2019 – jaro 2023

20 Podélný řez: a) most Křivonoska, b) most Hluboká nad Vltavou **21** Příčný řez: a) mostovka, b) most
20 Elevation: a) bridge Křivonoska, b) bridge Hluboká nad Vltavou **21** Cross-section: a) bridge deck, b) bridge



inzerce



**KREATIVITA, ZNALOST,
ZKUŠENOST, POCTIVÁ PRÁCE**

Stráský, Hustý a partneři s. r. o., Bohunická 50, 619 00 Brno, ČR,
tel.: +420 547 101 811, www.shp.eu, shp@shp.eu

Lávka přes Labe, Nymburk, ČR
 MOSTNÍ DÍLO ROKU 2021, STAVBA ROKU 2022, GRAND PRIX ARCHITEKTŮ 2022





22

930 m, má výšku 190 mm (obr. 21). Podporuje dvě potrubí průměru 500 mm. Přívodní potrubí má včetně izolace průměr 800 mm, vratné potrubí má včetně izolace průměr 710 mm. S ohledem na působení větru je povrch potrubí, podobně jako kruhové komíny, doplněn o stabilizující plechy. Součástí mostovky je také revizní lávka. Rošt je vetknut do ocelových příčníků, které jsou vetknuty do stojek pylonu.

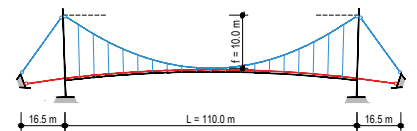
Visuté kabely jsou tvořeny uzavřenými lany (locked coil strands) dodavatele Redaelli. Kabely jsou vidlicemi napojeny na kotevní plechy zakotvené v pylonech a krajních opěrách. Závěsy situované po 5,5 m jsou tvořeny tyčemi Macalloy.

Ocelový rošt je na vnějších okrajích ztužen vnějšími kabely vedenými v ocelových trubkách. V zadá-

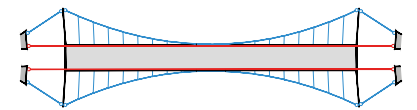
vacím projektu byly kabely tvořeny monostrandy. Toto řešení dodavatel předpětí VSL Systémy CZ nahradil 12lanovými kabely vedenými v polyetenových trubkách, které byly následně hmotou Sidakur zainjektovány v ocelových trubkách.

Betonové pylony výšky 17,66 m mají tvar písmene V. Stojky pylonu s úhlem sklonu 15° od svislé mají obdélníkový průřez 1 × 0,6 m, který je po šířce vylehčený rýhami. Ve spodní části jsou stojky spojeny ztužující stěnou. Pylony jsou vetknuty do základových desek podepřených mikropilotami.

Jak visuté, tak i ztužující kabely jsou kotveny ve společných kotevních blocích vetknutých do základových desek. Zatížení z nosných i ztužujících kabelů je přenášeno do podloží skloněnými mikropilotami.



23a



23b



24

Stavba mostů

Lehká konstrukce umožnila jednoduchou montáž lehkými montážními prostředky, pro které nebylo nutno budovat komplikované zpevnění terénu. Po provedení mikropilot byly postaveny kotevní bloky a pylony. Následně byly osazeny visuté kabely, na které se postupně od středu mostu osazovaly jednotlivé díly ocelového roštu (obr. 22). Po jejich spojení se protáhly a napnuly ztužující kabely.

V průběhu stavby vyhlásil původní zhotovitel horkovodu, společnost Tenza, insolvenční. Ve stavbě pak pokračovalo konsorcium ELTE/ESB. Stavba mostů byla zahájena v roce 2019, dokončena byla na jaře letošního roku.

Statická a dynamická analýza

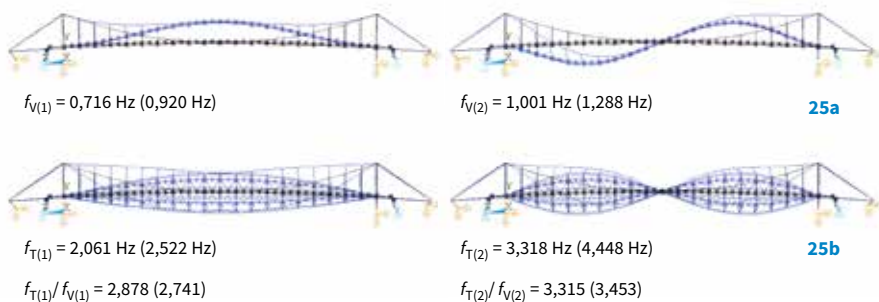
Statické působení konstrukcí je zřejmé z obr. 23. Podobně jako u lávky



26



27



22 Postupné zavěšování dílů ocelového roštu **23** Statické působení: a) svislý směr, b) vodorovný směr **24** Výpočtový model **25** Kontrola aerodynamické stability: a) svislé frekvence, b) krouticí frekvence (hodnoty v závorce platí pro prázdné potrubí) **26** Potrubní most Křivonoska **27** Potrubní most Hluboká nad Vltavou

22 Successive hanging of the steel grid segments **23** Static function: a) vertical direction, b) horizontal direction **24** Analytical model **25** Checking of the aerodynamic stability: a) vertical frequencies, b) torsional frequencies (values in parentheses are for empty pipes) **26** Pipeline bridge Křivonoska **27** Pipeline bridge Hluboká nad Vltavou

přes Bečvu vnější sklonění visutých kabelů významně ztužuje konstrukci ve vodorovném směru. Jejich pevné spojení s ocelovým roštem ve středu mostu a vetknutí ocelového roštu do příčniců pylonu vytváří pro vodorovné zatížení velmi tuhý statický a dynamický systém. Ztužující kabely zatěžují mostovku radiálními silami, a tak ji významně ztužují.

Potrubní mosty byly analyzovány programovým systémem Midas Civil jako prostorové konstrukce sestavené z prutových prvků. Na obr. 24 je prostorový výpočtový model uvažovaný při geometricky nelineární analýze. Analýza montážních i provozních stavů vyšla ze zvoleného počátečního stavu, ve kterém byla definována požadovaná geometrie i stav napjatosti.

Dynamický výpočet byl proveden pro konstrukci nesoucí zcela naplněné potrubí a pro konstrukci s prázdným potrubím. Pro tato zatížení byla ověřena také aerodynamická stabilita, kdy byl posouzen poměr odpovídajících kroutivých a svislých frekvencí. V obou případech byl tento poměr významně větší než doporučená hodnota 2,5 (obr. 25).

Tuhost konstrukce není dána ohybovou a torzní tuhostí mostovky, ale vytvořením prostorového konstrukčního systému složeného ze štíhlých prvků převážně namáhaných normálovými silami. Ve svislém směru konkávně zakřivenou mostovku pružně vetknutou do příčniců pylonu ztužují vnější kabely sledující její křivost. Ve

vodorovném směru je konstrukce ztužena vně skloněnými visutými kabely. Vše dohromady dává konstrukci, která je jako celek tuhá nejen ve svislém a vodorovném směru, ale také v kroucení (obr. 26 a 27). Protože navržená konstrukce je současně také dostatečně poddajná, bylo možné ji navrhnout jako integrovanou konstrukci.

Závěr

Popsané visuté mosty mají velmi štíhlou mostovku, jsou lehké a transparentní. Mají minimální vliv na životní prostředí.

Díky vhodnému uspořádání konstrukčních prvků ekonomicky namáhaných normálovými silami jsou mosty dostatečně tuhé a pohodlné pro uživatele.



prof. Ing. Jiří Stráský, DSc.
Stráský, Hustý a partneři s.r.o.
& Fakulta stavební VUT v Brně
j.strasky@shp.eu



Ing. Pavel Sliwka
Stráský, Hustý a partneři s.r.o.
p.sliwka@shp.eu



Ing. Pavel Kaláb, Ph.D.
Stráský, Hustý a partneři s.r.o.
p.kalab@shp.eu



Ing. Jan Nováček, Ph.D.
Stráský, Hustý a partneři s.r.o.
j.novacek@shp.eu



Ing. Pavlína Lakatosová, Ph.D.
Stráský, Hustý a partneři s.r.o.
p.lakatosova@shp.eu



ROZHODNĚTE SE PRO
LEPŠÍ BUDOUCNOST



NIŽŠÍ OBSAH UHLÍKU



ENERGETICKÁ ÚČINNOST



RECYKLOVANÉ MATERIÁLY



OCHRANA ZDROJŮ VODY



OPTIMALIZACE DESIGNU



www.cemex.cz