

NÁVRH PŘEDPĚTÍ MOSTOVEK MOSTŮ ZAVĚŠENÝCH NA OBLOUCÍCH ANEBY PYLONECH

Jiří Stráský, Radim Nečas, Jan Koláček, Leonard Šopík, Jan Nováček

Příspěvek upozorňuje na skutečnost, že vhodnou volbou sil v závěsech obloukových, visutých a zavěšených konstrukcí společně s návrhem předpětí mostovky lze vytvořit tvarově stálou konstrukci, ve které nedochází k redistribuci vnitřních sil vlivem smršťování a dotvarování betonu. Tato skutečnost je demonstrována na příkladech realizovaných anebo projektovaných konstrukcí, u kterých není část mostovky hlavního pole zavěšena anebo u kterých na hlavní pole navazují dlouhá přilehlá pole.

Funkce předpětí je obvykle spojena s vyvozením tlakového napětí, které v průřezech konstrukce snižuje tahové napětí vyvolané vnějším zatížením [1]. Tlakové napětí omezuje vznik trhlin, a tak zvyšuje životnost konstrukcí. Jak však uvádí Billington [2], idea předpětí, která je však mnohem širší, dala projektantovi schopnost ovlivnit chování konstrukce a zároveň mu umožnila – nebo ho donutila – hlouběji o ní přemýšlet. Předpětí navíc umožnilo návrh nových typů konstrukcí, mostů velkých rozpětí a vývoj moderních metod výstavby.

Zatímco železobeton kombinuje betonový průřez a ocelové pruty jednoduše tak, že je spojí a nechá je působit společně, předpjatý beton aktivně kombinuje vysokopevnostní beton s předpínací výztuží. Předpětí nám umožňuje vyrovnávat (*balance*) zatížení, měnit okrajové podmínky a vytvářet podpěry v konstrukci i přejít od pasivního vyztužení ke kreativnímu myšlení a návrhu.

Dodatečným předpětím betonových konstrukcí můžeme přerozdělit vnitřní síly v konstrukci a dosáhnout libovolného stupně napětí. Musíme však být opatrní. Na rozdíl od ocelových konstrukcí je namáhání konstrukce vlivem dotvarování betonu v čase přerozděleno do přirozeného stavu betonových konstrukcí. A samozřejmě, uspořádání předpínacích kabelů je ovlivněno požadavky na mezní únosnost a tažnost konstrukcí.

Je všeobecně známo, že pokud nechceme, aby se u zavěšených konstrukcí vnitřní síly za provozu měnily (aby konstrukce byla tvarově stálá), musíme navrhnut síly v závěsech tak, aby v místě jejich kotvení do mostovky byl nulový průhyb (obr. 1), [3], [4]. Svislá složka síly v závěsu tedy musí odpovídat reakci spojitěho nosníku podepřeného v místě kotev závěsů.

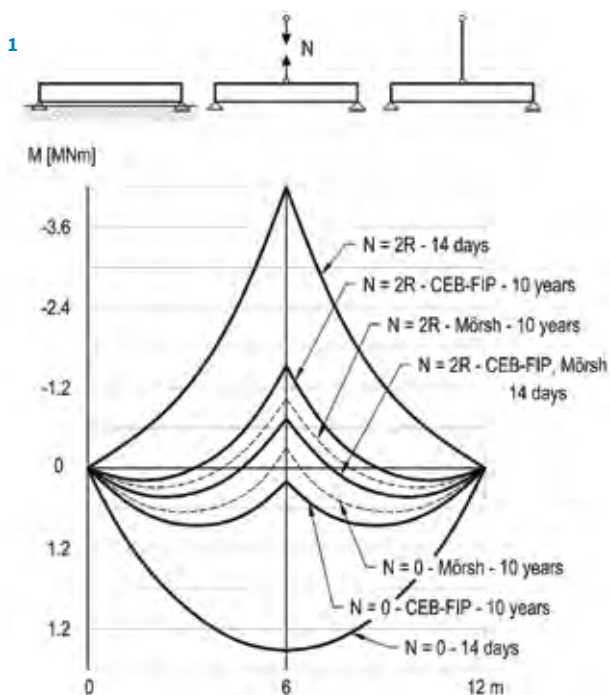
Proto jsou mostovky klasických obloukových, visutých anebo zavěšených konstrukcí obvykle zavěšeny po celé

délce pole (obr. 2). Při hustých závěsech je pak ohybové a smykové namáhání od zatížení stálého nevýznamné. Pokud na zavěšená pole navazují další pole nebo pokud část konstrukce nemůže být zavěšena, je nutno tuto část konstrukce dodatečně podepřít řadou stojek nebo pole ztužit a oddílatovat. Příklady takového řešení jsou Lávkou Mnichovo Hradiště postavená přes dálnici D10, která má krajní pole podepřené šikmými stojkami, nebo Most přes Vltavu v Praze-Troji, kde na obloukovou konstrukci navazuje prosté pole.

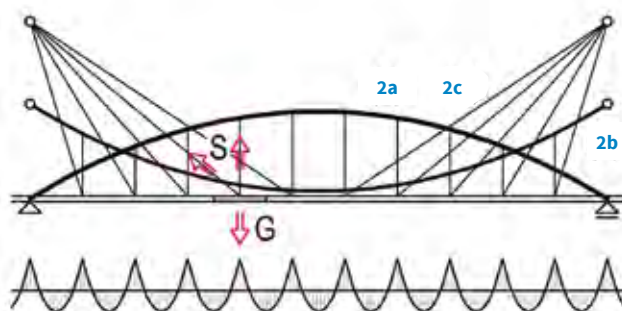
Jak ukážeme dále, vhodným uspořádáním předpínacích kabelů můžeme tato opatření eliminovat. Musíme však vhodně kombinovat síly v závěsech a velikost a uspořádání předpínacích kabelů. Popsaný přístup využíváme od počátku projektování těchto konstrukcí; zde připomínáme některé aspekty návrhu a upozorňujeme na starší i nové aplikace.

Lávka přes Labe v Nymburce

Konstrukci lávky tvoří dva, vně skloněné ocelové oblouky, na kterých je zavěšena mostovka z předpjatého betonu (obr. 3), [5]. Mostovku celkové délky 203,80 m tvoří spojitý nosník o osmi polích trojtrémového průřezu (obr. 4 a 5). Na střední zavěšené pole délky 71,93 m navazují poměrně dlouhá nezavěšená pole s rozpětími až 20,75 m. Tato pole jsou nesena a předepnuta ohýbaný-



1 Přerozdělení ohybových momentů v nosníku o dvou polích. Prostý nosník je po 14 dnech zavěšen na tuhý závěs, R je reakce vnitřní podpěry nosníku o dvou polích, N je zvolená síla v závěsu
2 Ohybový moment v mostovce zavěšené na: a) oblouku, b) visutém kabelu, c) na závěsech





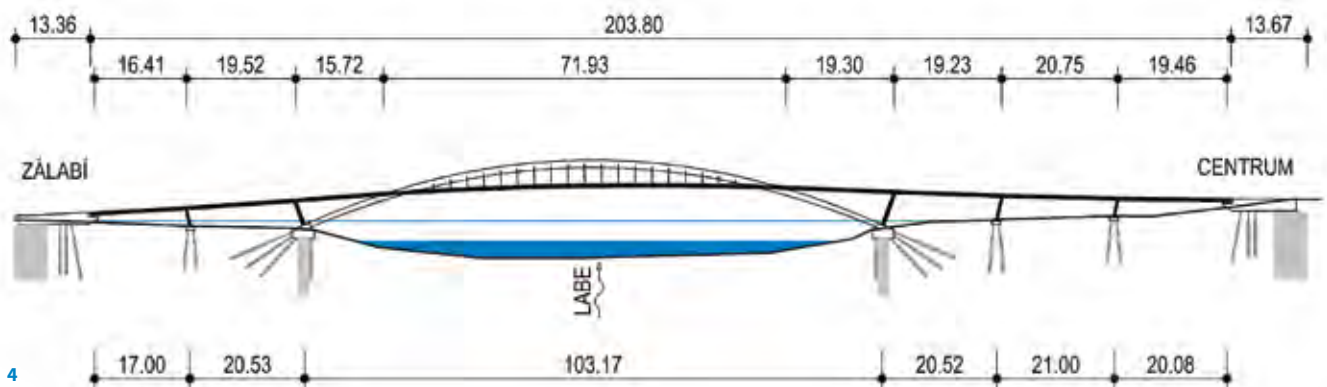
3

mi kabely vedenými ve středním trámu dvojí tloušťky. V zavěšené části je výška středního trámu 350 mm, v nezavěšené části 600 mm.

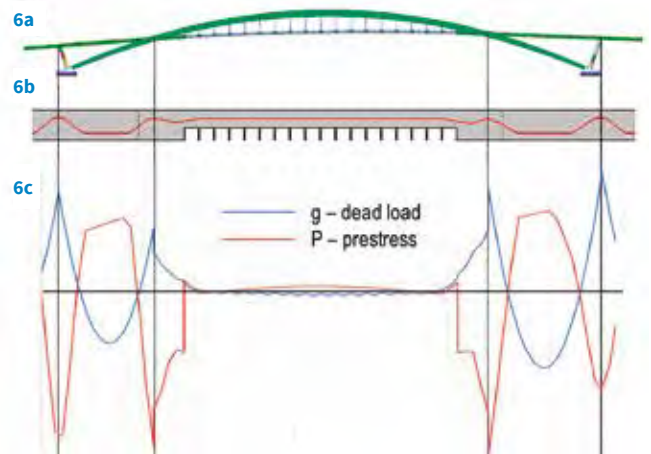
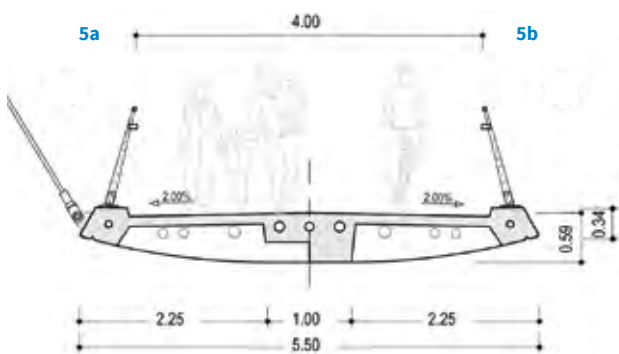
Konstrukce lávky byla stavěna a předpínána postupně, při realizaci se měnil statický systém. Z obr. 6, který ukazuje namáhání konstrukce na konci výstavby, je zřejmé, že předpětí spo-

lu se zvolenými silami v závěsech namáhá konstrukci ohybovými momenty stejné velikosti, ale opačného znaménka, než jsou momenty od zatížení stálého. Protože v nezavěšených polích je konstrukce předepnuta ohýbanými kabely, předpětí vyrovnává (*balance*) nejen ohybové, ale i smykové namáhání mostovky.

Z obr. 3, který ukazuje dokončenou konstrukci, je zřejmé, že předpětí krajních polí umožňuje jednoduché napojení krajních polí a návrh transparentní konstrukce čistého, jednotného uspořádání. Pro porovnání autoři připomínají řešení podobného problému u ocelové lávky postavené přes dálnici D10 u Mnichova Hradiště.



4



3 Lávka pro pěší přes Labe v Nymburce 4 Podélný řez 5 Příčný řez mostovkou: a) zavěšená část, b) nezavěšená část 6 Namáhání mostovky: a) pohled, b) vedení kabelů, c) ohybové momenty



Lávka Delta Ponds, Eugene, Oregon, USA

Nedávno byly v univerzitním městě Eugene v Oregonu v USA postaveny dvě zavěšené lávky pro pěší (obr. 7), [6]. U obou lávek jsou hlavní zavěšená pole, která přemostují rychlostní komunikace, sestavena z prefabrikovaných segmentů a spřažené monolitické desky (obr. 8a). Navazující pole tvoří monolitická železobetonová deska (obr. 8b).

První lávka, postavená nad dálnicí I-5, je předpnuta přímými kabely, druhá lávka, označená Delta Ponds, která byla postavena v roce 2012, je předpnuta kombinací přímých a ohýbaných kabelů. Jejich návrh vyplynul z konstrukčního uspořádání. Lávka celkové délky 232 m je sestavena z hlavní konstrukce délky 133,350 m (obr. 9) a navazujících ramp délky 98,650 m. Na hlavní zavěšené pole, tvořené prefabrikovanou konstrukcí, navazují monolitická kotvící pole délek 15,240 a 36,576 m. Konstrukce je zavěšena na symetrické síti závěsů kotvených v mostovce po 3,048 m.

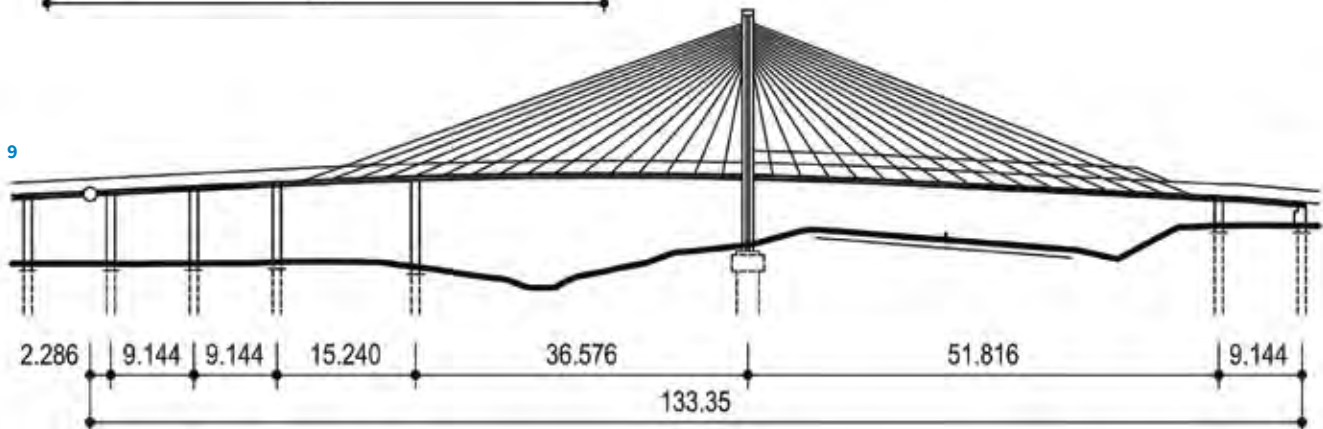
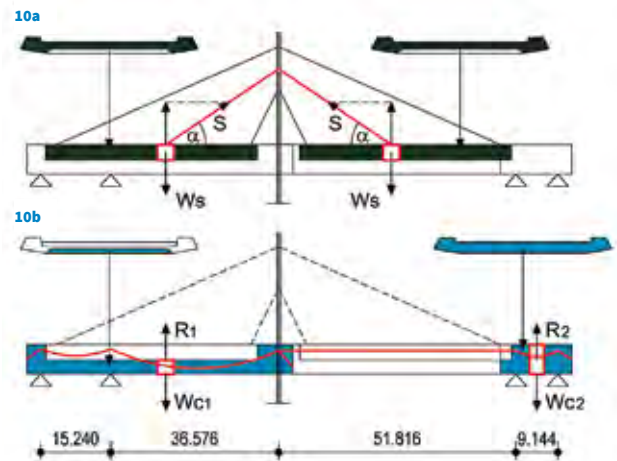
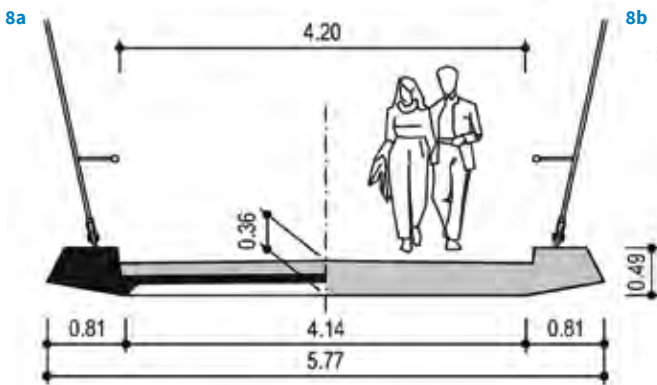
Aby v konstrukci nedošlo k přerodělení vnitřních sil vlivem dotvarování

betonu, byly síly v závěsech, velikost předpětí a vedení předpínacích kabelů navrženy tak, aby byly od zatížení stálého mostovka i pylon namáhány jen centrickým tlakem. Návrh sil v závěsech vyšel z požadavku na vyrovnání zatížení stálého hlavního (lehčího) prefabrikovaného pole a nulové vodorovné síly zatěžující pylon. Proto jsou síly v symetrických závěsech totožné.

Síly v závěsech v hlavním zavěšeném poli byly navrženy tak, aby jejich svislé složky vyrovnávaly tíhu vylehčené mostovky W_s , která je tvořena segmenty a monolitickou deskou (obr. 10a). V kotvících polích a krajním poli, která jsou tvořena plnou deskou, dodatečnou tíhu W_c vyrovnávají radiální síly R od zakřivených předpínacích kabelů (obr. 10b). Kombinací působení závěsů a předpínacích kabelů byl získán výchozí statický stav, ve kterém jsou mostovka i pylon jen tlačeny. Protože při stavbě byla geometrie konstrukce, velikost předpětí i síly v závěsech pečlivě kontrolovány, byla lávka postavena v navržené geometrii s popsáním statickým působením.

Lávka, která získala řadu ocenění, je tvarově stálá a bezproblémově funguje.

7 Lávka Delta Ponds ve městě Eugene v Oregonu v USA 8 Příčný řez mostovkou: a) zavěšená část, b) nezavěšená část 9 Podélný řez 10 Vyrovnání zatížení: a) vylehčené mostovky závěsy, b) dodatečné tíhy předpětím





11

Lávka přes Bečvu ve Vsetíně

Na podzim letošního roku by měla být zahájena stavba lávky přes řeku Bečvu ve Vsetíně. Protože navazuje na stávající komunikace, lávka šikmo kříží řeku. Aby konstrukce lávky nebránila pohledu na zámek, tvoří lávku visutá konstrukce zavěšená na jednosloupovém pylonu situovaném na pravém břehu řeky (obr. 11). Konstrukci lávky tvoří samokotvená visutá konstrukce o dvou polích s rozpětími 55,090 a 8,204 m. Protože mostovka je vetknutá do krajních opěr pružně podepřených mikropilotami, tvoří lávka úsporný integrovaný konstrukční systém.

Mostovku tvoří velmi štíhlá betonová deska proměnné šířky, která je na vnějších okrajích zavěšena na dvou visutých kabelech (obr. 12). V zavěšené části je vylehčena kazetami uspořádanými kolmo k podélné ose konstrukce. Visuté kabely jsou tvořeny monostrandy zainjektovanými v ocelových trubkách. Aby kabely nebránily pohledu na zámek, vbíhají do mostovky a jsou kotveny v krajní opěře. Protože i v mostovce mají výslednicový tvar (jsou zakřivené), odpovídající radiální síly vynáší tíhu konstrukce (obr. 13). Mostovka je také dodatečně předepnutá dvěma kabely vedenými v krajní obrubě.

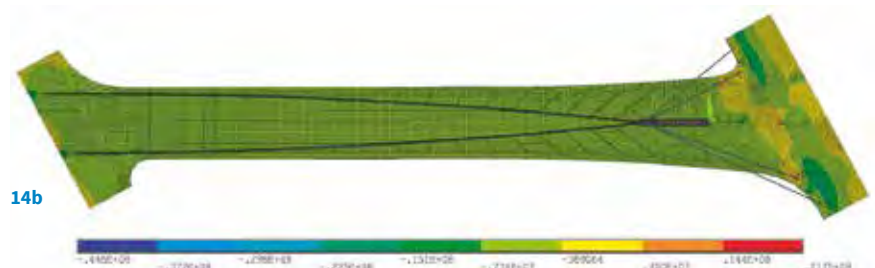
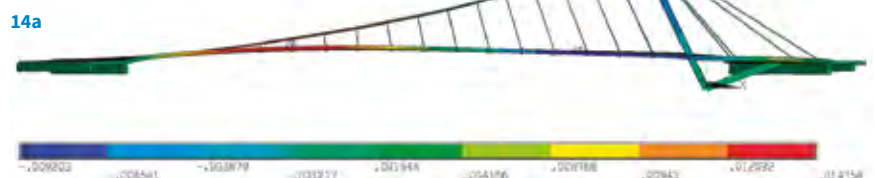
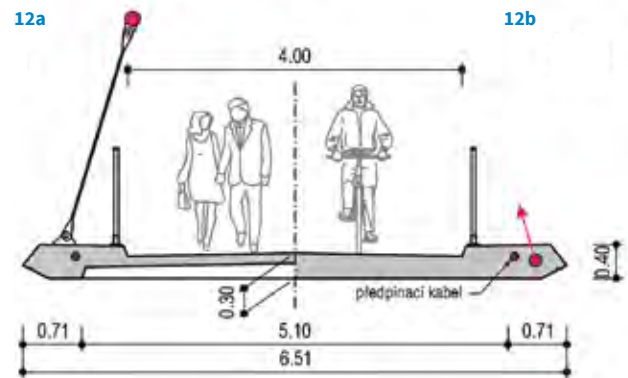
Závěsy, přenášejí zátížení z mostovky do visutých kabelů, mají v podélném směru mostu proměnný sklon. V mostovce jsou kotveny v místě příčniců kolmých k podélné ose mostu. Také místa, kde visuté kabely vbíhají do mostovky, jsou kolmá k ose lávky. Proto, s ohledem na šikmost konstrukce, je délka nezavěšené části mostovky u krajní opěře na vnějších okrajích mostovky rozdílná. Rozdílné jsou tedy i délky i křivost visutých kabelů vedených v krajní obrubě. Návrh jejich geometrie vyšel z požadavku, aby po-

dobně jako v zavěšené části konstrukce měly obruby nulovou deformaci.

Z obr. 14a, na kterém je vykreslena geometrie konstrukce v počátečním stavu, je zřejmé, že velikost předpětí a geometrie visutých kabelů garantují nulo-

vou deformaci konstrukce. Na obr. 14b je vykreslen průběh podélných normálových napětí působících v mostovce. Je patrné, že průběh napětí je po celé délce mostovky konstantní a že mostovka není namáhána ohybem.

- 11 Lávka přes Bečvu ve Vsetíně (vizualizace)
- 12 Příčný řez mostovkou: a) zavěšená část, b) nezavěšená část
- 13 Působení visutých kabelů v nezavěšené části mostovky
- 14 Mostovka: a) deformace vnějších okrajů, b) normálové napětí



**Most přes kolejíště nádraží
v Praze-Vršovicích
(Lanový most)**

První autor článku kombinoval volbu sil v závěsech spolu s návrhem předpětí také u prvních zavěšených mostů postavených přes řeku Labe u Poděbrad a u mostu přes nákladové nádraží v Praze-Vršovicích (obr. 15). Zatímco most přes Labe je předepnut jen přímými kabely, most ve Vršovicích kombinuje působení závěsů s účinky vnitřního a vnějšího předpětí tak, aby eliminoval nejen podélný ohyb, ale i smyk mostovky [7].

Vršovický most o délce 396 m má devět polí o délce od 26,40 do 101,20 m (obr. 16a). Mostovku mostu tvoří komorový nosník s velmi vyloženými konzolami podepíranými prefabrikovanými vzpěrami (obr. 17a). Nosník byl smontován postupně, nejdříve se z prefabrikovaných, kontaktně vyráběných segmentů sestavil základní komorový nosník, potom se osadily vnější vzpěry a následně se do bednění podepírané-

ho těmito vzpěrami vybetonovaly vnější konzoly.

Vzhledem k místním podmínkám je většina podpěr tvořena kruhovými sloupy s jedním ložiskem bodově podporujícím mostovku (obr. 17c). Kroucení je zachyceno pouze na krajních opěrách, u pilíře 6 a u pylonu 8 (obr. 17b a 17d). Pro kroucení se most chová jako třípolová konstrukce o délkách polí 167,20 + 145,20 + 81,40 m.

Protože v době projektování mostu bylo možné navrhnout závěsy tvořené maximálně 36 lany, je konstrukce zavěšena na husté síti závěsů kotvených v konstrukci po 4,40 m, situovaných ve střední části hlavního pole. Aby se konstrukce opticky odlehčila, závěsy nejsou situovány u pylonu a u podpěry č. 7 (obr. 15). Zde jsou závěsy nahrazeny krátkými vnějšími kabely ohýbanými v podporových příčnicích a kotvenými v nálitcích u spodní desky. Na tyto kabely navazují soudržné kabely situované ve spodní desce. Svislá složka kotvicí síly krátkých kabelů je ocelovou trub-

kou přenesena do průniku předpjatých táhel v horní desce.

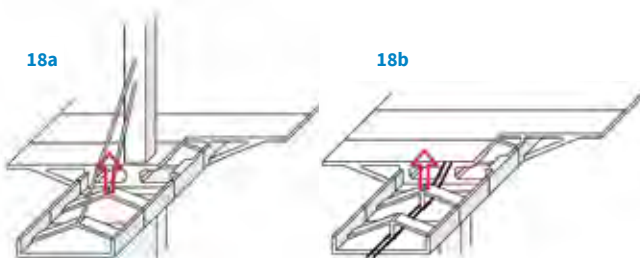
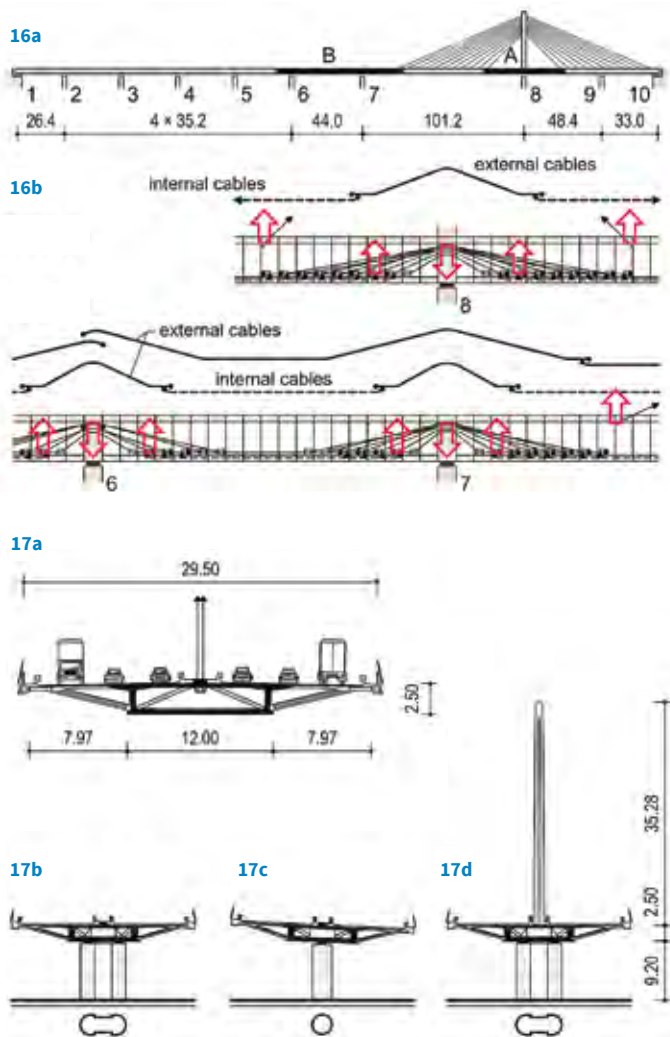
Vnější kabely situované u pylonu a všech vnitřních podpěr 2–7 působí podobně jako závěsy (obr. 18a) a přenáší zatížení stálé přímo do podporových příčniců (obr. 18b). Svislá složka sil v závěsech a vnějších kabelech vyrovnává zatížení stálé a eliminuje ohybové a smykové namáhání komorového nosníku. Proto bylo možné pro šířku mostu 29,50 m navrhnout velmi štíhlé stojiny o konstantní tloušťce pouhých 400 mm.

Po mostě, který byl uveden do provozu v roce 1994, je vedena velmi těžká doprava. V průběhu let bylo nutno upravit koncový příčník a jeho uložení na opěře 10. V roce 2019 byl most ověřen podrobnými zatěžovacími zkouškami, které potvrdily dobrou funkci mostu. Diagnostika mostu [8] provedená letošního roku zjistila lokální korozi příčných kabelů a závěsů, ve stěnách komorového nosníku však nebyly pozorovány žádné trhliny. Je tedy zřejmé, že zvolený systém předpětí je správný.

15 Most přes kolejíště nádraží v Praze-Vršovicích 16 Podélný řez: a) most, b) vedení kabelů a radiální síly 17 Příčný řez: a) mostovka, b) podpěra 6, c) podpěry 2–5 a 7, d) podpěra 8 18 Přenos sil: a) ze závěsů, b) z vnějších kabelů



15





19

Most přes Vltavu, dálnice D0, stavba 519 Suchdol–Březiněves

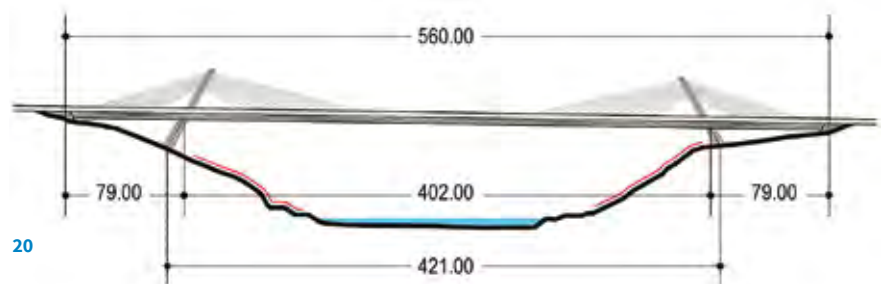
V rámci přípravy severního úseku Pražského okruhu mezi Suchdolem a Březiněvesí má vzniknout most přes Vltavu. Území, kterým bude stavba procházet, je výjimečně cenné z hlediska přírody i krajiny – nacházejí se zde chráněné přírodní památky Sedlecké skály a Zámky. S ohledem na tyto hodnoty vyhlásilo Ředitelství silnic a dálnic ČR, státní podnik, otevřenou architektonickou soutěž, jejímž cílem bylo na-

lézt řešení, které spojí funkční dopravní stavbu s maximální ohleduplností k území.

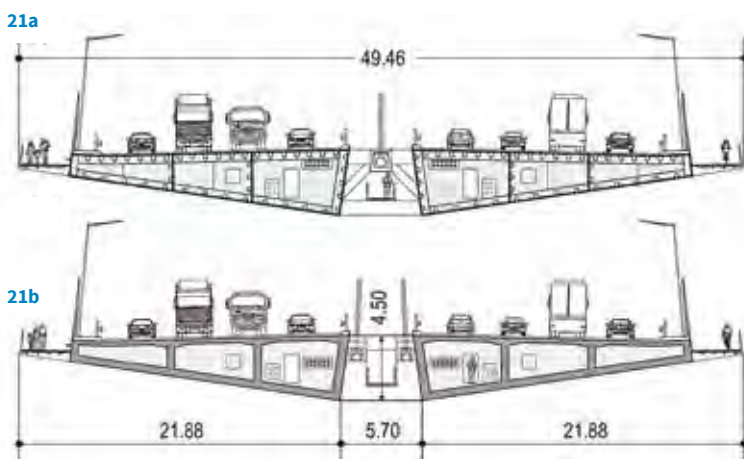
Vítězný návrh, který vypracovala projekční kancelář Stráský, Hustý a partneři ve sdružení s architekty ze Studia Acht (SHP & Studio Acht), umožňuje přemos-

tit celé údolí bez masivních podpěr situovaných v údolí (obr. 19), [9]. Vltava i její okolí zůstanou nedotčené a přírodní památky nebudou narušeny. Most tak nebrání průchodu zvěře ani průletu ptáků a zároveň zachovává vizuální otevřenost krajiny.

19 Most přes Vltavu 20 Podélný řez 21 Příčný řez mostovkou: a) hlavní pole, b) krajní pole u opěr 22 Příčný řez mostem

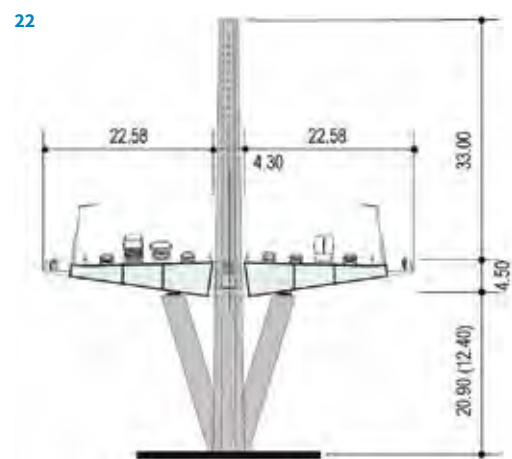


20

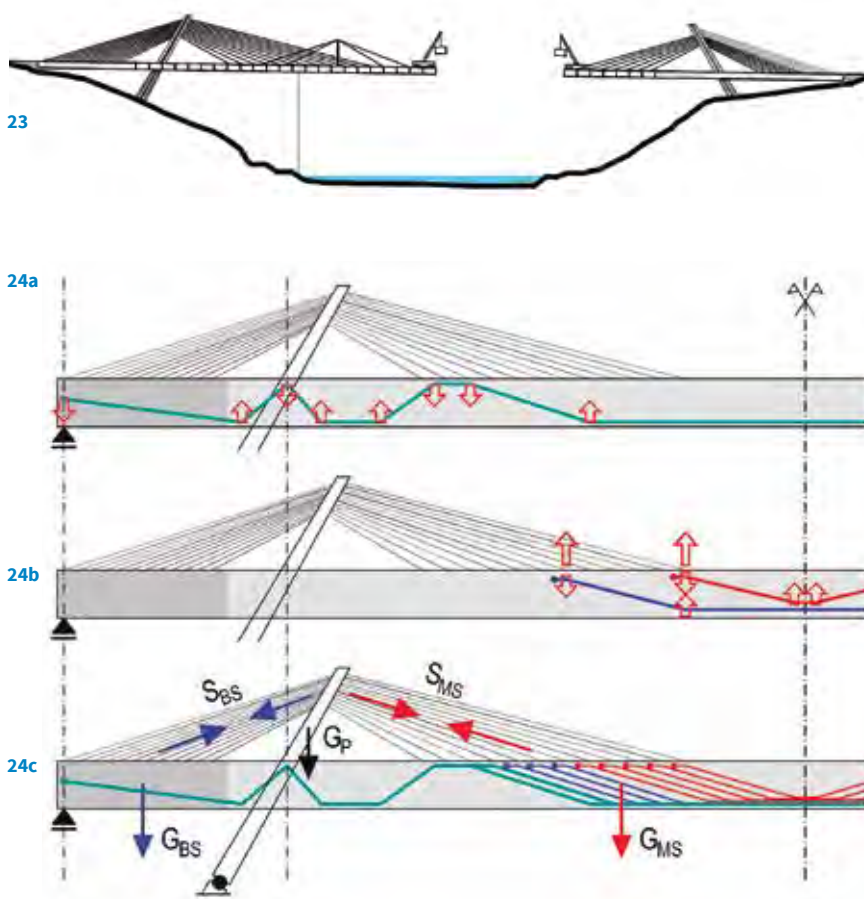


21a

21b



22



23 Výstavba mostu **24** Předpínací kabely: a) působení průběžných kabelů, b) působení neprůběžných kabelů, c) uspořádání kabelů **25** Deformace konstrukce: a) bez předpětí, b) s předpětím vyrovnávajícím celé zatížení, c) s optimálním předpětím **26** Ohybové momenty v mostovce: a) bez předpětí, b) s předpětím vyrovnávajícím celé zatížení, c) s optimálním předpětím

Mostovka o třech polích délek 79 + 402 + 79 m je zavěšena na dvojici šikmých pylonů, umístěných v horní části svahů mimo chráněná území (obr. 20). Závěsy jsou vedeny pouze v jejich okolí – střední část mostu zůstává volná, bez vizuálního narušení krajiny. Most navazuje na tunely, jejichž portály jsou začleněny do okolního terénu a osázeny vegetací tak, aby přirozeně navazovaly na svah a nenarušovaly krajinný ráz. Obyvatelé Suchdola tak mohou být chráněni před hlukem i výhledem na provoz.

Mostovku mostu tvoří dva vzájemně spojené komorové nosníky v ose dálnice, zavěšené na skloněných pylonech (obr. 21 a 22). Každý směr dálnice je veden na samostatném nosníku. V hlavním poli a v nezavěšené části krajních polí u pylonů jsou nosníky ocelové, v zavěšené části krajních polí jsou nosníky betonové. V místě v soutěži požadovaných podpěr jsou navrženy tažené montážní podpěry. Podpěry tvoří dva svislé kabely, které jsou kotveny v malých patkách podepřených čtyřmi tyčo-

vými mikropilotami. Tažené podpěry budou tlumit případné kmitání montovaných konzol. Patky a kabely lze provést bez omezení dopravy pod mostem.

Chodníky pro chodce a cyklisty jsou odděleny a jsou situovány na vnějších stranách komorových nosníků. Chodci a cyklisti mají volný, nerušený výhled na krajinu. Od vozovky jsou chodníky odděleny protihlukovými stěnami, které jsou v horní části průhledné, což umožňuje v případě napadení chodců kriminálními živly upoutat pozornost řidičů projíždějících aut. Chodníky jsou vně chráněny průhlednými sítěmi z nerezavějící oceli a jsou osvětleny LED světly situovanými v plné části protihlukových stěn.

Návrh předpokládá, že konstrukce mostu bude montována v postupné konzole od obou krajních opěr ke středu mostu (obr. 23). Montáž může probíhat symetricky od obou opěr ke středu mostu dvěma montážními prostředky, popř. se nejdříve smontuje jedna polovina mostu na jedné straně řeky a následně druhá polovina na druhé straně řeky. Střední část mostovky se bude monto-

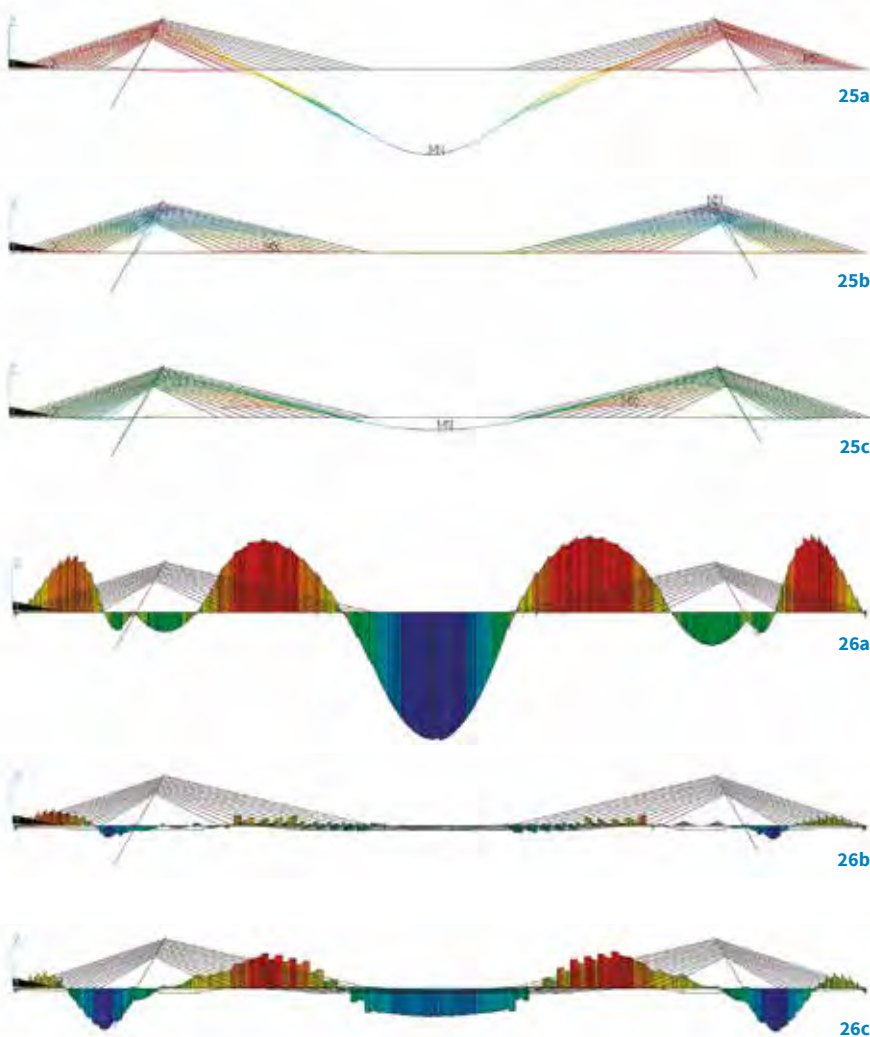
Literatura:

- [1] LEONHARDT, F. *Prestressed Concrete. Design and Construction*. Wilhelm Ernst & Sons, Berlin 1964.
- [2] BILLINGTON, D. P. Historical Perspective on Prestressed Concrete. *PCI Journal*. September–October 1976, pp. 48–71.
- [3] STRÁSKÝ, J. *Stress ribbon and cable supported pedestrian bridges*. ISBN 0 7277 3282 X. Thomas Telford Publishing, London 2005. 2nd edition 2011.
- [4] STRÁSKÝ, J., NECAS, R. *Designing and Constructing Prestressed Bridges*. ISBN 978-0-7277-6385-3. Thomas Telford Publishing, London 2021.
- [5] STRÁSKÝ, J., ŠOPIK, L., POZDÍŠEK, J., ZLATUŠKA, K. Návrh lávky přes řeku Labe v Nymburce. *Beton TKS*. 3/2022. ISSN 1213-3116, s. 30–36.
- [6] STRÁSKÝ, J., KALÁB, P., NECAS, R., KOLÁČEK, J. Dvě zavěšené lávky postavené ve městě Eugene, Oregon, USA. *Beton TKS*. 4/2013. ISSN: 1213-3116, s. 52–59.
- [7] STRÁSKÝ, J. Design and construction of cable-stayed bridges in the Czech Republic. *PCI Journal*. November–December 1993.
- [8] RYJÁČEK, P., DYNBYL, V., STANČÍK, V., POZDÍŠEK, J., ZVOLÁNEK, L. Poznatky z diagnostiky, přepočtu a rektifikace zavěšeného mostu na jižní spojení v Praze. In: 30. Mezinárodní sympozium Mosty/Bridges 2025. ISBN 978-80-86604-94-7, s. 83–92.
- [9] STRÁSKÝ, HUSTÝ A PARTNEŘI: D0, stavba 519, Suchdol – Březiněves. Soutěžní návrh na Most přes Vltavu. Ředitelství silnic a dálnic Praha 2025.
- [10] Směrnice s. p. 10-S-11.13: Posuzování technického řešení nákladové významných mostních objektů z hlediska jejich investiční náročnost. Ředitelství silnic a dálnic Praha.
- [11] NECAS, R., KOLÁČEK, J. D0, stavba 519, Suchdol – Březiněves, Most přes Vltavu. Ověření základní koncepce statického návrhu mostu. RN&JK, Brno 2025.

vat s montážním vyvěšením. Po spojení obou konzol se osadí předpínací kabely, které po napnutí nahradí funkci montážních pylonů a závěsů.

Při posuzování návrhu porota ocenila, že závěsy jsou situovány jen v okolí pylonů a střední část mostu zůstává volná, bez vizuálního narušení krajiny. Toto uspořádání bylo umožněno návrhem předpětí mostovky volnými kabely, které přenášejí zatížení stálé ze střední části konstrukce do zavěšené části.

Protože síly v závěsech se obvykle volí tak, aby vyrovnaly zatížení stálé, které působí na délku odpovídající vzdálenosti závěsů ($S = G/\sin\alpha$), je síla v závěsech rozdílná. Závěsy situované u pylonu jsou namáhány menší silou než závěsy situované v poli. Abychom dostali vyrovnané namáhání závěsů a odlehčili namáhání nejdelších závěsů, pomocí vnějších předpínacích kabelů jsme přenesli tíhu střední nezavěšené části na závěsy situované u pylonu. Dosáhli jsme tak výrazného odlehčení nejdelších kabelů a eliminování ohybu nosníků.



Konstrukce je předepnuta dvěma systémy kabelů (obr. 24). První systém tvoří průběžné kabely přenášející zatížení z nejvíce zatížených závěsů na závěsy u pylonů a na střední podpěry (obr. 24a). Druhý systém tvoří na sebe navazující systém neprůběžných kabelů přenášející zatížení ze střední nezavěšené části na závěsy. Kabely jsou kotveny v místě kotvení závěsů a jsou ohybány v deviatorech situovaných u spodní pásnice nosníků. Princip působení je zřejmý z obr. 24b, výsledné uspořádání všech kabelů je znázorněno na obr. 24c.

Navrženým řešením se podařilo přenést veškeré zatížení z nezavěšených částí mostovky do části podporované kabely. Podařilo se tak navrhnout uspořádání, ve kterém jsou závěsné kabely namáhány rovnoměrně a mají stejný počet lan. Síly v závěsech hlavního pole S_{MS} (MS – main span) jsou vyrovnány silami v závěsech krajních polí S_{BS} (BS – back span). Jejich velikost vplynula z podmínky nulového ohybového momentu v patě pylonu. Tyto síly pak určily tíhu krajních zavěšených částí G_{BS} . Tato tíha musí být dvojnásobná

tíhy hlavního pole G_{MS} . Proto je tato část navržena z betonu.

Je zřejmé, že tíhu střední nezavěšené části mostovky lze vhodným návrhem předpínacích kabelů přenést do zavěšené části mostovky a odtud do pylonu. Také je evidentní, že vhodná kombinace materiálů mostovky – lehká ocelová konstrukce hlavního pole a těžká betonová konstrukce krajních polí – umožní návrh konstrukce, která je pro zatížení stálé namáhána minimálním ohybem.

Aby byla možná jednoduchá kontrola popsaného řešení, byly síly v závěsech, uspořádání a velikost předpětí navrženy na základě ručního výpočtu. Pro tento výpočet byl vypracován jednoduchý „excelovský“ program, který umožnil optimalizovat návrh. Návrh byl ověřen geometricky nelineárním výpočtem konstrukce modelované rovinným rámem. Analýza, která byla provedena programovým systémem ANSYS, potvrdila správnost popsaného přístupu.

Návrh sil v závěsech a v předpínacích kabelech byl proveden pro dvě kritéria. V prvním byl požadován nulový prů-

hyb a tomu odpovídající nulové ohybové namáhání mostovky (obr. 25b a 26b), v druhém bylo požadováno optimální namáhání závěsů. Protože se ocelová konstrukce v čase nesmršťuje a nedotvaruje, není nutné dodržet požadavek nulové deformace mostovky. Deformaci mostovky velikosti 150 mm (obr. 25c) lze eliminovat nadvýšením a tomu odpovídající ohybové namáhání (obr. 26c), které vyvozuje maximální napětí 68 MPa, lze jednoduše přenést ohybovou únosností ocelových nosníků.

Most má jednoduchý, čistý tvar, který lze snadno udržovat. Konstrukce mostu, která byla posouzena pro všechna normová zatížení, umožňuje v případě potřeby převést veškerou dopravu jen na jeden nosník. Navržené řešení má minimální vliv na životní prostředí při stavbě a za provozu mostu. Při posouzení nákladů za životní cyklus podle [10] vychází konstrukce mostu úsporněji než konstrukce s podpěrami u řeky. Proto doufáme, že most bude realizován.

Závěr

Popsané konstrukce potvrzují tvrzení uvedené v úvodu příspěvku. Vhodnou kombinací sil v závěsech a předpětí v mostovce lze získat požadovaný stav napjatosti. Předpětí opravdu může vyrovnat (*balance*) zatížení stálé, v konstrukcích vytvořit místa nulových deformací a garantovat návrh tvarově stálých konstrukcí.

Návrh řešení je prací firmy SHP, nezávislou kontrolu provedli pracovníci ÚBZK VUT-FAST Brno [11].



prof. Ing. Jiří Stráský, DSc.
Stráský, Husty a partneři s. r. o.
& VUT Brno, Fakulta stavební, ÚBZK
j.strasky@shp.eu



doc. Ing. Radim Nečas, Ph.D.
VUT Brno, Fakulta stavební, ÚBZK
radim.necas@vut.cz



Ing. Jan Koláček, Ph.D.
VUT Brno, Fakulta stavební, ÚBZK
jan.kolacek@vut.cz



Ing. Leonard Šopík, Ph.D.
Stráský, Husty a partneři s. r. o.
l.sopik@shp.eu



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