

SILNIČNÍ OBZOR



2019

ISSN 0322-7154 47 320



OBSAH

291 Oprava mostu přes trať SŽDC a Rokytenku ve Vsetíně
K. Rušar, Z. Dyk, R. Doležal, R. Dostál

296 Technická studie SOKP 519 a návrh přemostění Vltavy v Suchdolu

L. Szíkora, P. Nedbal, T. Kubín, R. Štefan, M. Foglar

302 Lávka přes Horní nádraží v Karlových Varech

J. Procházka, L. Oberhofner, M. Zoufálek,
J. Rudolský, O. Magnusek, R. Kubáček, Z. Malý

306 Rekonstrukce mostu na silnici I/2 v Kutné Hoře

J. Komanec, M. Chůra

Rubriky

Zprávy ČSS

309 27. silniční konference - České Budějovice 2019

Ze zahraničí

313 V Polsku soutěžili nejlepší řidiči sypačů

314 10. mezinárodní konference - Dopravná infrastruktúra v městách

Zprávy ŘSD

315 Ředitelství silnic a dálnic má připraveno na zimní údržbu 183 sypačů a 599 řidičů

316 V Trnovanech by místo obchvatu raději uvítali úpravu průtahu

Silniční obzor - Road Review

ISSN 0322-7154

MK ČR E 4707

MĚSÍČNÍK PRO OTÁZKY VÝSTAVBY A ÚDRŽBY SILNIC, DÁLNIC, MÍSTNÍCH KOMUNIKACÍ, LETIŠŤ, MOSTŮ, TUNELŮ A SILNIČNÍHO A MĚSTSKÉHO DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Časopis je zařazen do Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v České republice, schváleného Radou pro výzkum a vývoj

Listopad 2019, ročník 80, číslo 11

Plánovaná expedice 25. 11. 2019

REDAKČNÍ RADA

Ing. Luděk Bartoš, Ph.D., prof. Ing. Ján Čelko, CSc., Ing. Milan Černý, CSc., Ing. Karel Dahinter, CSc., prof. Ing. Ivan Gschwendt, DrSc., Ing. Martin Höfler, Ing. Jiří Chládek, CSc., Ing. Bc. Dagmar Kočárková, Ph.D., Ing. Jiří Landa, doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D., Ing. Josef Mikulík, CSc., Ing. Petr Mondschein, Ph.D., doc. Ing. Jan Pavliček, CSc., Ing. Petr Svoboda, Ing. Ján Šedivý, CSc., Ing. Dušan Štofa, Ing. Jan Švarc, Ing. Michal Uhlík, Ph.D., doc. Ing. Otakar Vacin, Ph.D. (místopředseda), doc. Ing. Ludvík Věbr, CSc., Ing. Ondřej Vohradský (předseda), Ing. Michal Vojtišek, Ing. Alois Vybíral

Cena Kč 73,92 s DPH (Kč 64,27 bez DPH)

Vydává Česká silniční společnost z.s., Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1, IČO 00506958, DIČ CZ00506958

Redakce Vedoucí redaktor - Ing. Jana Knechtová, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1 tel./fax: 221 082 292, email: silnicniobzor@silnicnispolecnost.cz

Tisk Tiskárna IVO NOVÁK - ŽAKET, Slánská 381/10, Praha 6

Rozšiřuje Česká silniční společnost z.s. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá redakce Silničního obzoru.

Inzerce Redakce Silničního obzoru, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1.

Pokyny pro autory na www.silnicnispolecnost.cz

© ČESKÁ SILNIČNÍ SPOLEČNOST Z.S.

Titl.: Veselí nad Lužnicí, most přes trať v Hamerské ulici, foto Josef Hebr

3 800 m. Při opravě nebyla měněna, došlo pouze k vyhlazení lokálních imperfekcí v betonu spřažené desky.

Pod mostem se nachází parkoviště, areál autosalonu, ne-
zpevněný terén, místní komunikace, železniční trať a vlečka a
koryto potoka Rokytenky. Území pod mostem bylo zachová-
no ve stávajícím stavu, pouze nezpevněný terén před opěr-
ou 17 a v poli 14 byl opevněn kamennou dlažbou do betonu.

4. ZÁVĚR

Stavba byla zahájena v roce 2017 a ukončena v létě 2018. Ne-
být deštivého září 2017 a dřívějšího příchodu zimy do Beskyd,

mohl být most uveden do předčasného užívání již v roce 2017,
takto se toto datum protáhlo do jara 2018. Přístup stavební fir-
my, investora, dozoru stavby, projektanta, orgánů města
Vsetín i Krajského úřadu byl vždy věcný a konstruktivní,
takže nedocházelo k žádným prodlevám z titulu komunikace
mezi partnery výstavby. Objekt byl rekonstruován přesně dle
platné projektové dokumentace, ze strany účastníků výstavby
i laické veřejnosti se jedná o zdařilé dílo.

Zdroje

- [1] Koncepce vývoje typu městské estakády – Dopravní stavby Olomouc (DSO), Ing. Bohuslav Slánský, CSc.
- [2] Prováděcí projekt mostu – Dopravoprojekt Brno, Ing. Šmerk, Ing. Horníček, Ing. Holý, 1977
- [3] Projekt sanace z roku 1986 – DSO, Ing. Slánský, CSc., Ing. Dlabal, Ing. Nejezchleba
- [4] Studie deformačního chování mostu - deskostěna MKP + výpočet zatížitelnosti po sanaci 1987 – Dopravoprojekt Brno, Ing. Rušar, Ing. Šmerk
- [5] Projekt opravy 2017, Rušar mosty, s.r.o., Ing. Rušar, Ing. Dyk

Lektorský komentář

Článek podrobně informuje o historii, koncepci a opravě mostu s nosnou konstrukcí z kontaktních segmentů se spárami vyplněnými na bázi epoxidové pryskyřice, který před více než 40 lety postavily Dopravní stavby Olomouc (DSO). Autor Ing. Bohuslav Slánský, CSc., Most si vyžádal významné opravy, ale podstatné je, že závady se týkaly pouze mostovky, vybavení a příslušenství mostu a z konstrukčních částí pouze některých ložisek a uložení na opěrách. Na vlastní nosné konstrukci se závady nezjistily, pouze byly veškeré pohledové plochy spodní stavby i nosné konstrukce otryskány tlakovou vodou, výztuž se opatřila antikoročním nátěrem a nanasla se sanační omítka.

Ing. Karel Dahinter, CSc.

Technická studie SOKP 519 a návrh přemostění Vltavy v Suchdolu



Ing. Tomáš Kubín
AF CITYPLAN, s.r.o.

Ing. László Szikora
Ing. Prokop Nedbal
AF CITYPLAN, s.r.o.

Ing. Radek Štefan, Ph.D.
Doc. Ing. Marek Foglar, Ph.D.
ČVUT v Praze
Fakulta stavební

Článek obsahuje stručný popis mostních objektů na stavbě Silničního okruhu kolem Prahy v úseku 519 Suchdol-Březiněves. Větší pozornost je věnována návrhu přemostění Vltavy, které je navrženo jako dva mosty budované technologií letmé betonáže s oddělenými pilíři. V závěru článku jsou zmíněny závěry zhodnocení koncepcí přemostění řeky Vltavy zpracované Inženýrskou akademií ČR v červnu 2018.

[Klíčová slova: Pražský okruh, most přes Vltavu, odolnost proti výbuchu a požáru]

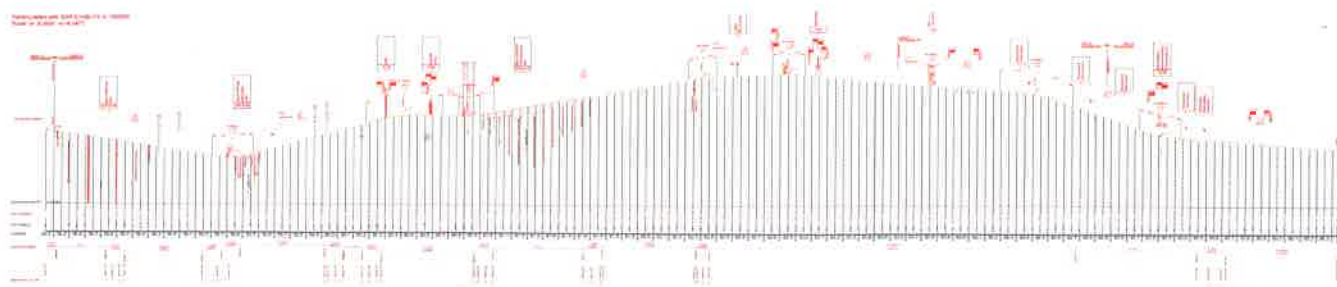
In the introductory part of the article bridges of the No. 519 Prague External Ring Road Suchdol – Březiněves section are presented. More intentness is presented to the bridging the River Vltava project. The Vltava bridge is designed as a two-bridge structure built by the use of free cantilever technology with separated pillars and their resistance against explosion and fire. In the conclusion the evaluation of bridging Vltava conceptions as prepared by the Academy of the Czech Republic Engineers in June 2018 is shown.

[Keywords: Prague External Ring Road, Vltava bridge, explosion and fire resistance]

Stavba 519 je součástí Pražského okruhu (SOKP), jehož cílem je převádět nejen tranzitní, ale i městské dopravní vztahy z hustě urbanizovaných oblastí do méně zastavěných částí Prahy a Středočeského kraje. SOKP musí být tedy budován na rozhraní těchto dvou krajů. Jedině tak může v maximální možné míře plnit svou funkci – tedy převádět nejen tranzitní vztahy, ale i místní zdrojovou a cílovou dopravu. Důležitým

faktorem, který posiluje význam celé stavby 519 (potažmo 518, neboť nelze zajistit funkčnost těchto dvou staveb samostatně), je neexistující silniční spojení obou vltavských břehů mezi mosty v Holešovicích a v Kralupech nad Vltavou.

Řešená oblast začíná v rozhraní staveb 518 a 519 v místě mostního objektu přes Vltavu u Suchdola a končí v místě mimoúrovňové křižovatky (MÚK) Březiněves, kde je rozhraní



Obr. 1 Podélný profil trasy

mezi stavbami 519 a 520. Z hlediska staničení je tedy úsek řešen mezi km 38,250 00 a km 44,920 37.

Hlavní trasa je oproti předchozím pracím řešena invariantně a v souladu se zásadami územního rozvoje (ZÚR) hlavního města Prahy a Středočeského kraje. V souladu s požadavky ZÚR jsou navrženy i jednotlivé MÚK v trase, a to křižovatky Čimice, Ústecká a Březiněves. Hlavní trasa je navržena tak, aby byla pokud možno co nejdále od zástavby a zároveň v koridoru definovaném zásadami územního rozvoje obou dotčených krajů.

Koridor stavby 519 prochází značně členitým územím, které je na začátku úseku tvořeno hlubokým kaňonem Vltavy se strmými skalními srázy na obou březích řeky. Trasa dále přechází relativně hluboké rokle Čimického a Drahaňského potoka. Mezi Čimicemi, Dolními Chabry, Zdiby a Březiněvsí je území charakteristické rozsáhlými poli.

Z hlediska ochrany životního prostředí a přírody je z výše uvedených lokalit rozhodující přechod přes údolí Vltavy, které tvoří Evropsky významnou lokalitu (EVL) Kaňon Vltavy u Sedlce. V tomto místě je navržen nejvýznamnější mostní objekt na celé trase – most přes Vltavu v Suchdolu – SO 201.

MOSTNÍ OBJEKTY NA SOKP 519

V rámci SOKP 519 jsou navrženy tři mosty na hlavní trase a 15 nadjezdů (některé z nadjezdů jsou součástí MÚK). Prvním mostem na trase je most přes Vltavu v Suchdolu – SO 201. Tento most bude detailněji popsán dále.

Následuje most přes Čimické údolí – SO 202, který převádí hlavní trasu přes Čimické údolí a Čimický potok. Leží ve staničení km 39,406–39,549 na okraji čtvrti Bohnice a přechází přes strmé údolí v oblasti nadregionálního biokoridoru. Pro každý jízdní pás je navržen samostatný most se společnými základy a krajními opěrami. Hlavní pole mostu je navrženo jako betonový oblouk s rozpětím 71,8 m a vzepětím 13,1 m. Nosnou konstrukci pravého i levého mostu tvoří předpjatý betonový dvoutrám. Uložení nosné konstrukce je navrženo jako integrované do železobetonových stojek, které jsou před a za hlavním polem vetknuty do základových pasů. Na oblouku jsou stojky vetknuty do oblouku. Založení mostu je navrženo plošné s možností změny na hlubinné založení pomocí pilot. Délka přemostění je 140,5 m. Výška mostu uprostřed rozpětí hlavního oblouku je 29,3 m. Výstavba oblouku se předpokládá pomocí metody letmé betonáže tak, aby byl zajištěn co nejmenší zásah do překonávaného údolí. Betonáž mostovky je navržena na skruži tak, aby byla zajištěna ochrana Čimického údolí. Šířka každého mostu je 18,75 m. Součástí

přemostění je lávka s cyklostezkou, která je zavěšená na silničním mostě.

Dalším mostem je most přes Drahaňské údolí – SO 204, který řeší převedení SOKP přes údolí Drahaňského potoka, cestu k sedimentační nádrži ČOV a cestu Dolní Chabry – Brnky. Most je umístěn ve staničení km 40,933–41,610 přes otevřené široké údolí, v jehož střední části je umístěna sedimentační nádrž ČOV. Pro každý jízdní pás je navržen samostatný most se společnými základy a krajními opěrami. Je navržen jako betonový předpjatý most. Střední část mostu překlenující sedimentační nádrž je navržena jako rámová konstrukce s náběhy. Nosná konstrukce je tvořena jednodílným průřezem. Rozpětí hlavního pole je 100 m. Výška mostu nad sedimentační nádrží je 36,5 m. Celková délka přemostění je 674 m. Při výstavbě bude nutné omezit zásah do okolního prostředí na nezbytné minimum. Proto je navržena výstavba nosné konstrukce metodou letmé betonáže. Šířka mostu se bude pohybovat od 18,15 m do 22,20 m. Cyklisté budou přes most převedeni pomocí lávky zavěšené na boku komory.

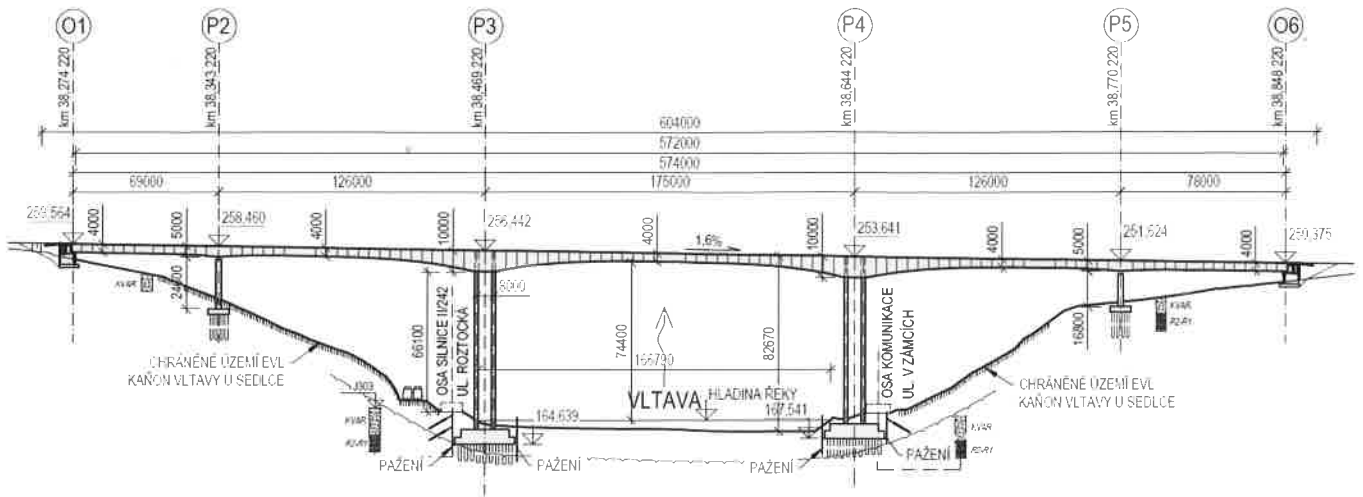
Ostatní mosty v rámci SOKP 519 jsou buď nadjezdy ostatních komunikací nebo větve MÚK. Většina těchto nadjezdů je tvořena obvyklými dvou nebo vícepolovými konstrukcemi z předpjatého betonu. Za zmínku stojí lávka pro cyklisty přes SOKP v km 40,349 o jednom poli, která je tvořena síťovým obloukem. Délka přemostění je 68,6 m, výška mostu je 7,96 m, šířka 6,7 m. Nosná konstrukce staticky působí jako prostý nosník. Spodní stavba je tvořena krajními masivními opěrami založenými na vrtaných pilotách.

Součástí stavby jsou také tři produktovody, které převádí plynovod DN 500 a DN 600 přes SOKP. Produktovody budou tvořeny dvupolovou ocelovou příhradovou konstrukcí [1].

PODROBNĚJŠÍ POPIS MOSTU SO 201 PŘES VLTAVU

Bezesporu nejvýznamnější mostní stavbou a zároveň nejvýraznější dominantou v rámci SOKP 519 bude most přes Vltavu v Suchdolu. Z předchozích návrhů a ze soutěže z roku 1998 zde připadají v úvahu dvě základní varianty přemostění, a to varianta dvouúrovňová, kde je uvažován patrový most a varianta jednoúrovňová, kde budou oba jízdní pruhy v jedné úrovni. Pro dvouúrovňovou variantu je rozdíl výšek nivelety vozovek cca 10 m, což má dopad na uspořádání celé komunikace v přílehlých úsecích, jak v tunelu Suchdol na levém břehu Vltavy (stavba 518), tak na pravém břehu – tunel a galerie Zámky [2].

V technické studii z roku 2017 investor požadoval podrobnější zpracování úrovňového mostu zejména z důvodu předpokládané finanční úspory oproti patrovému mostnímu objektu [1].



Obr. 2 Podélný řez mostem

Při návrhu bylo nutné respektovat omezující podmínky vyplývající z polohy budoucího mostu. Přemostovanou překážkou je v první řadě řeka Vltava s plavebním koridorem, do něž nesmí žádná část mostu zasahovat. Na levém břehu vede trať 090, která je součástí I. a IV. tranzitního železničního koridoru. Na pravém břehu je silnice II/242 (ulice Roztocká). Ve svazích nad pravým i levým břehem se nachází maloplošná zvláště chráněná území. Na levém břehu to jsou přírodní památka Sedlecké skály a přírodní rezervace Roztocký háj – Tiché údolí, a na pravém břehu to je přírodní památka Zámky. V těsné blízkosti mostu se navíc nachází Evropsky významná lokalita (EVL) Kaňon Vltavy u Sedlce. Přímo do trasy dálnice nezasahuje, protože při jejím vyhlášení z ní byl vyjmut koridor pro protažení trasy silničního okruhu. Návrh mostu má však na EVL nepřímý vliv a bylo nutné jej posoudit [3].

Dalším omezujícím kritériem je nevelká vzdálenost mostu od letiště Václava Havla Praha. Z toho důvodu není možné, aby konstrukční části mostu výrazně převyšovaly niveletu vozovky.

Blízkost letiště vyloučila použití visutého nebo zavěšeného mostu. Použití oblouku tak, aby byl staticky výhodný, není z důvodu polohy chráněných území ve svazích možné. Pro koncepci mostu byl zásadní postup výstavby. Použití pevné skruže je z důvodu velké výšky a nepřístupnosti terénu pod mostem nemožné. Výsuv mostu by byl možný pouze z pravobřežní opěry, protože na levobřežní opěru v těsné blízkosti navazuje suchdolský tunel. Pro výsuv by však bylo nutné z důvodu velikého rozpětí hlavního pole (více než 170 m) zřídit pracovní podpěru v korytě Vltavy, což není možné. Jako jediný výhodný postup výstavby s nejmenším zásahem do prostředí pod mostem se tedy jeví pouze letmá betonáž nebo letmá montáž z předem postavených pilířů.

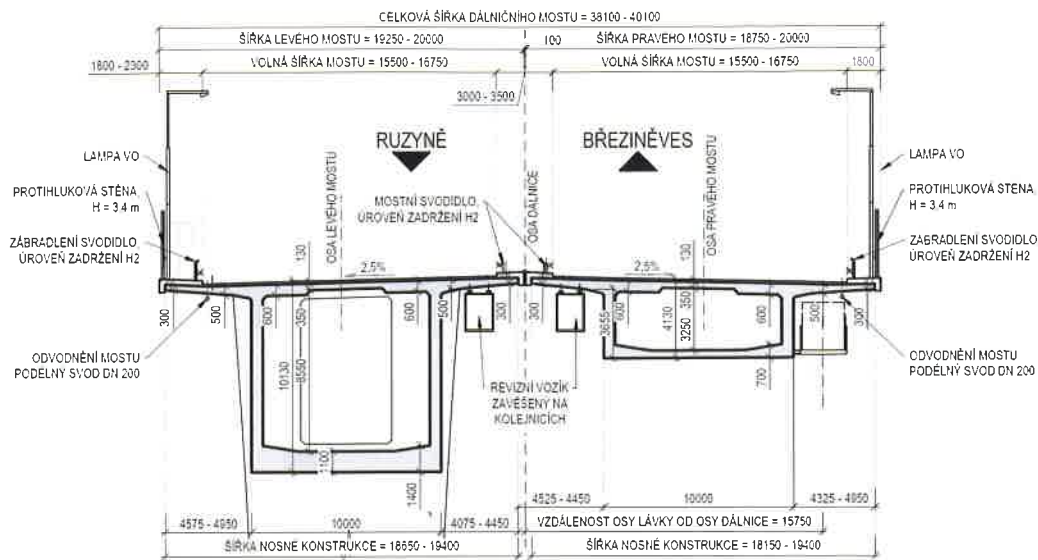
My jsme zvolili metodu letmá betonáže jako osvědčenou technologii, kterou se staví mosty u nás i v zahraničí. Pro každý směr je navržen samostatný most. Mosty mají společné krajní opěry a společné základy pod vnitřními podpěrami. Most je navržen jako pětipolový s rozpětím jednotlivých polí 69 + 126 + 175 + 126 + 78 m (obr. 2). Výška nivelety komunikace se nachází přibližně 80 m nad obvyklou hladinou Vltavy. Podélný sklon mostu je konstantní po celé délce 1,6 %. Příčný

řez nosnou konstrukcí má tvar jednoduché komory s proměnnou výškou. Výška nosné konstrukce nad pilíři P3 a P4 je 10,0 m, směrem ke středu polí se snižuje až na 4,0 m. Průřez nad pilíři P2 a P5 má výšku 6,0 m. U levobřežní opěry na oba mosty zasahuje přípojovací a odbočovací pruh. Šířka mostů je tedy proměnná 18,75–20,00 m. Směrově je most v prvních třech polích v přímé, za nimi přechází do levé přechodnice. Z toho důvodu jsou navrženy příjezdné středové římsy, aby mohlo být středové svodidlo odsunuto na levý most a byl zde zajištěn prostor pro zastavení. Zrcadlo mezi středovými římsami je pouze 100 mm široké a zakryté elastomerovým pásem. Celková šířka obou mostů je u levobřežní opěry 40,1 m, ve druhém poli se zužuje na 38,1 m a dále již zůstává konstantní. Šířka komory je konstantní 10,0 m. V návrhu není uvažováno příčné předpětí (obr. 3).

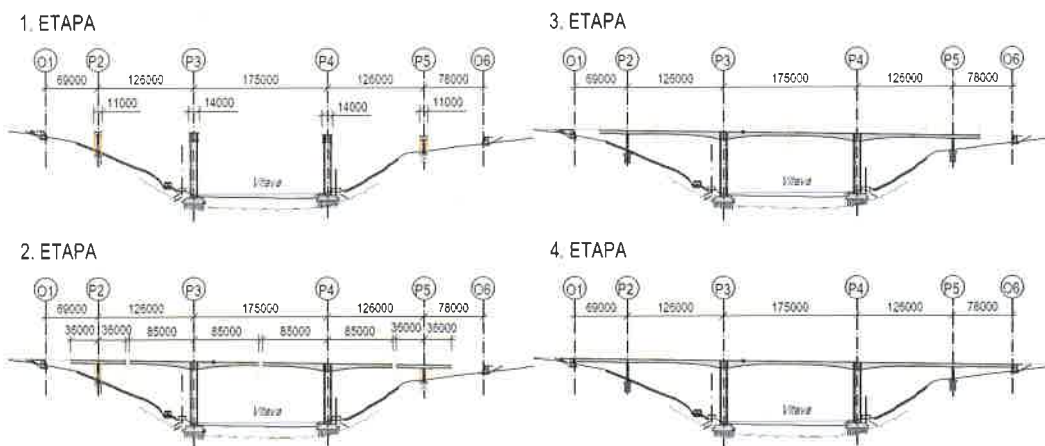
Krajní opěry jsou masivní železobetonové založené na vrтанých pilotách. Hlavní pilíře P3 a P4 jsou tvořeny dvojicí stíhlých listů, do kterých je u jejich hlavy vetknuta nosná konstrukce, jejich výška je 70 m. Pilíře P2 a P5 jsou tvořeny stěnovými sloupy, jejich výška je 24,6 m a 16,8 m. Uložení nosné konstrukce je na podélné posuvných ložiskách. Staticky most působí jako spojitý nosník rámově vetknutý do dvou vnitřních podpěr, které přenáší veškeré podélné síly.

Most je vybaven veřejným osvětlením, protihlukovými stěnami a nouzovými chodníky. Na boku komory je na most zavěšena lávka pro chodce a cyklisty.

Postup výstavby je navržen metodou letmá betonáže se symetrickými vahadly s postupným předpínáním. Základy pilířů P3 a P4 budou částečně pod korytem Vltavy. Pro jejich výstavbu bude nutné zřídit těsněné jímky. Založení se nyní předpokládá hlubinné na vrтанých pilotách, ale po podrobnějším geologickém průzkumu je možné, že budou upraveny na plošné. Výstavba základu pilíře P3 ovlivní provoz na trati 090, nepředpokládají se však výluky. Při výstavbě pilíře P4 bude nutné uzavřít silnici II/242 (ulice Roztocká) a poté ji vhodně přelozit. Půdorys nadzemní části P4 do této silnice částečně zasahuje. Pilíř P2 leží na okraji přírodní památky Sedlecké skály, do nejvíce ceněných vlastních skal však nezasahuje. Pilíř P5 je mimo chráněné území. Oba tyto pilíře budou založeny na vrтанých pilotách.



Obr. 3 Příčný řez mostem



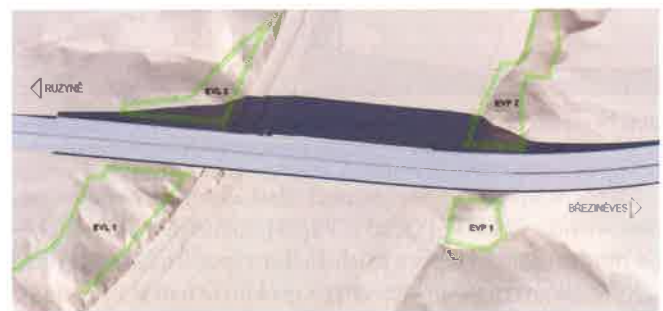
Obr. 4 Postup výstavby mostu

Po výstavbě pilířů budou vybetonovány zárodky komor. U pilířů P2 a P5 bude nutné dočasně zablokovat posuvná ložiska a doplnit dočasnou podpěru pro stabilizaci vahadla. Dále bude následovat klasická letmá betonáž segmentů ze 4 zárodků. Délka jedné lamely se předpokládá 5,0 m. Rychlost výstavby bude možné výrazně zvýšit použitím více párů betonážních vozíků. Po vytvrdnutí betonu v nové lamely bude doplněno předpětí v horní desce v blízkosti stěn komory. Předpětí je navrženo pomocí 19lanových předpínacích kabelů. Konzoly nad pilíři P3 a P4 budou tvořeny 15 lamelami a dosáhnou délky 75 m. Konzoly nad pilíři P2 a P5 budou výrazně kratší, jejich délka bude 36 m. Krajní úseky u opěr délky 36 a 42 m budou vybetonovány na pevné skruži. Poslední lamelou mezi jednotlivými vahadly budou konzoly propojeny do spojitě nosné konstrukce. Následně budou uvolněna dočasně zablokovaná ložiska a odstraněny dočasné podpěry u pilířů P2 a P5. Po zmonolitnění jednotlivých vahadel budou předepnuty kabely ve spodní desce uprostřed rozpětí a následně doplněny průběžné kabely spojitosti. Nakonec bude doplněna izolace mostu, římsy, lávka pro cyklisty, kryt vozovky a vybavení mostu – protihlukové stěny, svodidla, veřejné osvětlení (obr. 4).

Ačkoliv půdorys mostu s rezervou min. 3,3 m nezasahuje do Evropsky významné lokality (EVL), je tato oblast v průběhu dne ovlivněna částečným zastíněním mostem. Velikost tohoto zastínění bylo nutné ověřit. Zastínění bylo ověřováno na 3D modelu v programu Microstation od firmy Bentley, který umožňuje podle reálné zeměpisné šířky a délky určit směřování slunečních paprsků dle nastaveného časového období. V tomto případě byla nastavena zeměpisná poloha hlavního města Prahy a zastínění bylo zpracováno k datu 21. 6. 2018. Časové období pak bylo od 6 hodiny ránní po 8 hodinu večerní, a to vždy po dvou hodinách, tedy 8 stavů zastínění.

Model ukázal, že v raních hodinách zhruba do 10 hod. dochází pouze k minimálnímu zastínění chráněné lokality. Hlavní zdroj zastínění je v té době členitý terén s prudkými svahy do údolí Vltavy. Od 10 hod. začíná přibývat stínu na okraji EVL na severní straně od mostu.

Zastínění kulminuje kolem 14 hod. (obr. 5), kdy je zastíněno zhruba 25 % severní části EVL. Později se velikost zastínění zmenšuje, od 17 hod. již most žádné zastínění EVL nezpůsobuje.



Obr. 5 Zastínění mostem ve 14:00

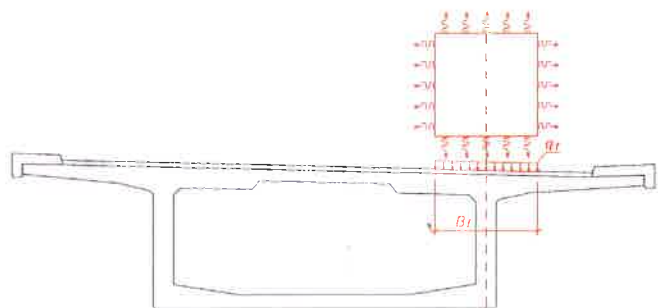
POSOUZENÍ NAVRŽENÉ KONSTRUKCE Z HLEDISKA MIMOŘÁDNÉHO ZATÍŽENÍ

Jedním ze základních parametrů, které by měly být zohledněny pro výběr nejvhodnější konstrukční varianty mostu, je bez-

pečnost navržené konstrukce v případě nehodové události či záměrného teroristického útoku [2, 4].

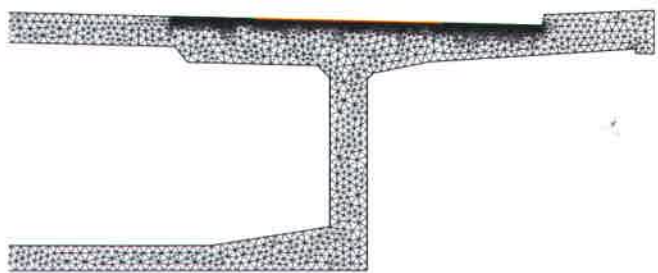
V dalším textu je stručně shrnuto zhodnocení aktuálního návrhu z hlediska zatížení mostní konstrukce požárem a výbuchem.

Pro posouzení vlivu požáru na mostní konstrukci byl simulován požár vozidla, tedy mimořádná situace, která může vzniknout v důsledku nehody nebo záměrného teroristického útoku (obr. 6).



Obr. 6 Simulovaná situace požáru vozidla

Modelován byl průřez mostu v poli (pravý most v obr. 3). Vozidlo bylo situováno na osu stěny komory, tedy do kritického místa konstrukce z hlediska možného ohrožení kritického prvku konstrukce, předpínací výztuže. Požár byl zjednodušeně simulován uhlovodíkovou teplotní křivkou a odpovídajícím tepelným tokem q_f [kW/m^2] od přestupu tepla a radiace dle normy ČSN EN 1991-1-2, šířka ohřívání části průřezu byla zvolena $B_f = 3$ m (viz také [5]). Tepelný tok na ohřívání povrchu byl konzervativně uvažován bez jakékoli redukce zohledňující polohu a tvar hořícího vozidla – bylo uvažováno, že plný tepelný tok dopadá kolmo na ohřívání povrch. Na neohřívání povrchů byl simulován tepelný tok od přestupu tepla a radiace dle normy ČSN EN 1991-1-2 při uvažování teploty okolí 20°C .

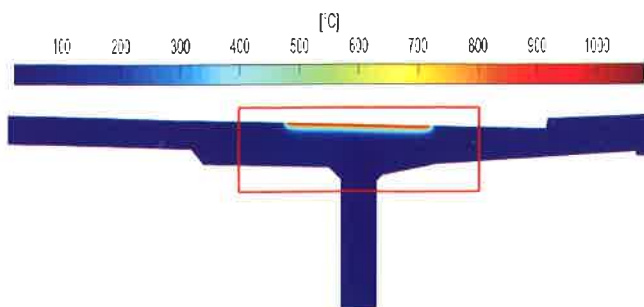


Obr. 7 Síť konečných prvků použita pro teplotní analýzu průřezu vystaveného požáru

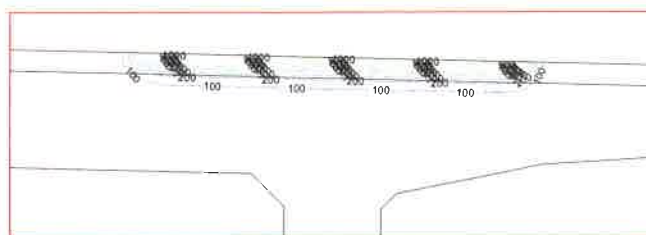
Výpočet byl proveden pomocí vlastního řešiče naprogramovaného v prostředí Octave. Popis použitého matematického modelu sdílení tepla a příslušného výpočetního algoritmu založeného na metodě konečných prvků, lze nalézt v práci [5]. Celková doba požáru byla uvažována 240 minut. Prostorová diskretizace byla provedena pomocí lineárních trojúhelníkových konečných prvků (celkem 31 243 prvků, viz obr. 7), časový krok byl zvolen v délce 30 sekund. Teplotní a fyzikální vlastnosti betonu (nosná konstrukce, chodníky) byly uvažovány jako teplotně závislé dle normy ČSN EN 1992-1-2. Materiálové charakteristiky krytu vozovky byly převzaty z od-

borné literatury. Vliv kanálek předpínací výztuže na rozložení teploty v průřezu byl v této fázi posouzení zanedbán.

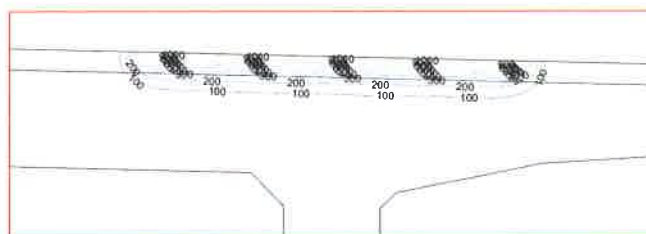
Výsledky teplotní analýzy, tj. výsledná rozložení teploty v průřezu v různých časech vystavení požáru, jsou zobrazeny na obr. 8 až 10.



Obr. 8 Rozložení teploty v analyzovaném průřezu v čase vystavení požáru 240 minut, označení výřezu pro zobrazení izoterm v obr. 9 a 10



Obr. 9 Rozložení teploty $^{\circ}\text{C}$ v zahřáté části analyzovaného průřezu v čase vystavení požáru 180 minut



Obr. 10 Rozložení teploty $^{\circ}\text{C}$ v zahřáté části analyzovaného průřezu v čase vystavení požáru 240 minut

Z výsledků uvedených na obr. 8 až 10 je zřejmé, že při požáru vozidla není nosná konstrukce mostu významně zasažena vysokými teplotami, není tedy nutné vyhodnocovat snížení její únosnosti v důsledku mimořádného zatížení.

Je otázkou, jakým způsobem by obdobné posouzení dopadlo v případě jiného konstrukčního a materiálového řešení mostu, například v případě dvouúrovňové varianty (viz také [2]).

V případě výše popsané konstrukce se vzhledem k neexistenci převádění inženýrských sítí, které by mohly způsobit výbuch (např. plynu) a vzhledem k faktu, že most bude působit jako reprezentativní ikona SOKP, je nutné analyzovat navržený konstrukční systém z hlediska jeho odolnosti při vystavení zatížení výbuchem v důsledku teroristického útoku.

Zatížení konstrukce výbuchem běžných či improvizovaných výbušnin představuje zcela odlišný způsob namáhání oproti zatížení stálým či nahodilým podle metodiky ČSN EN 1990. Zatížení působí po velice krátkou dobu (jednotky desítek milisekund) obrovskými tlaky (jednotky až desítky GPa v závislosti na velikosti zatížení a vzdálenosti od povrchu konstrukce).

Analýza takového zatížení běžnými metodami je možná jen při značné míře zjednodušení celého problému (např. analýza SDOF) se všemi klady a zápory takového postupu. Správnější postup je analýza konstrukce ve specializovaném softwaru na rychlé dynamické jevy s užitím odpovídajících materiálových modelů a výpočtu pomocí výpočetních metod nelineární dynamiky. Takováto analýza je extrémně náročná na čas, vstupní data, ale i zkušenosti zpracovatele, které je zhusta nutné doplnit na míru navrženým experimentálním programem, nicméně je schopna poskytnout detailní výstupy ve formě rozměru výtrží konstrukce jako podklad pro dynamickou analýzu konstrukce a analýzu její zbytkové životnosti s ohledem na omezení následků zatížení a ověření zamezení vzniku progresivního kolapsu.

Z výše uvedeného plyne, že v této fázi projektu není možné takovouto analýzu provést, nicméně je možné formulovat doporučení pro návrh konstrukce. Ikonické konstrukce (jinak tzv. „landmark structures“) by měly být navrženy s užitím robustního a redundantního konstrukčního systému. Ztráta únosnosti části konstrukce by neměla zapříčinit progresivní kolaps celku. Zároveň by konstrukce měla zajistit dostatečnou reziduální únosnost minimálně po dobu evakuace osob po útoky.

Ze zevrubné analýzy aktuálního návrhu vyplývá, že tento návrh výše uvedené požadavky splňuje.

ZÁVĚRY INŽENÝRSKÉ AKADEMIE ČR A VYHODNOCENÍ VARIANT ŘEŠENÍ Z TECHNICKÉ STUDIE

Investor akce – ŘSD ČR si nechal zpracovat nezávislý posudek navržených koncepcí přemostění Vltavy od Inženýrské akademie České republiky (Praha, květen 2018). V posudku byly zhodnoceny dvě základní koncepce – dvouúrovňová a jedno-

úrovňová varianta z následujících úhlů pohledů: konstrukčně-urbanistické hledisko, provozně-technické hledisko, ekonomické hledisko, bezpečnostní hledisko, výstavba, rizika obou variant. V naprosté většině aspektů je hodnocení Inženýrské akademie pro náš návrh příznivé. V závěru této práce se uvádí: „Na základě těchto posouzení kolektivů reprezentující Inženýrskou akademii České republiky jednoznačně doporučuje výstavbu jednoúrovňové varianty Pražského okruhu v úseku Ruzyně–Březiněves. Jako nejvhodnější variantu mostu doporučuje 5polový most z předpjatého betonu s jednou nosnou konstrukcí pro oba směry komunikace. Ke zvážení lze doporučit i variantu spřaženého ocelobetonového mostu.“ [2]. V jednom bodě se tedy náš návrh od doporučené koncepce liší, a to jsou dva samostatné mosty místo jednoho. Varianta dvou samostatných mostů nám přijde vhodnější z hlediska údržby a případných oprav, kdy bude možné jeden most zcela uzavřít a provádět na něm práce, zatímco bude doprava převedena v obousměrném režimu na druhém mostě.

Při návrhu mostu jsme se inspirovali soutěží, která proběhla v roce 1998, a při které byly představeny mimo jiné dva návrhy letmo betonovaných mostů s podobným rozložením podpěr. Pokud by byl tento typ konstrukce pro přemostění Vltavy v Suchdolu realizován, jednalo by se o letmo betonovaný most s největším rozpětím hlavního pole na území České republiky. Věříme, že jsme naším návrhem přispěli k tomu, aby se proces stavby severní části silničního okruhu kolem Prahy konečně hnul kupředu, a po jeho dokončení by se tak mohla zrychlit a zefektivnit přeprava a ulevit se tolik přetížené silniční síti v této části Prahy a Středočeského kraje.

Poděkování

Při tvorbě článku byly využity výsledky řešení projektu Grantové agentury ČR, projekt číslo 17-23067S.

Zdroje

- [1] SOKP 519 Suchdol – Březiněves, Technická studie. AF-CITYPLAN, s.r.o., 8/2018
- [2] Silniční okruh kolem Prahy, stavby D0 518 a D0 519, přemostění Vltavského údolí – Zhodnocení současných dvou koncepcí (dvouúrovňové/jednouúrovňové) přemostění Vltavy v koridoru severního segmentu SOKP podle současných ZUR. INŽENÝRSKÁ AKADEMIE ČESKÉ REPUBLIKY, 5/2018
- [3] AOPK ČR. AOPK ČR [online]. Copyright © 2019 [cit. 12.02.2019]. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/>
- [4] Quiel, S. E., et al. A streamlined framework for calculating the response of steel-supported bridges to open-air tanker truck fires. *Fire Safety Journal* 73 (2015) 63–75.
- [5] Štefan, R. Transport Processes in Concrete at High Temperatures. *Mathematical Modelling and Engineering Applications with Focus on Concrete Spalling*. Disertační práce. ČVUT v Praze, 2015.

Lektorský komentář

Článek podává stručný popis mostních objektů na stavbě 519 Silničního okruhu kolem Prahy a podrobně se zabývá hlavním mostem SO 201 přes Vltavu v Suchdolu s řadou přírodních památek. Na rozdíl od minulého řešení přemostění, byl investorem požadován jednoúrovňový most pro vozovky, v druhé úrovni pod vnějšími konzolami nosné konstrukce jsou zavěšeny lávky pro chodce a cyklisty. Základní technologií pro výstavbu mostu je letmá betonáž, která je v ČR zavedená již 60 let a byla úspěšně použita i u velkých mostů, např. Nuselského mostu. Navržené rozpětí hlavního pole přes Vltavu 175 m nebylo v ČR dosud dosaženo, ale v ČSR už ano na 174m mostě Lafranconi přes Dunaj v Bratislavě. Ve světě existují rozpětí do 300 m. Rámový systém hlavního pole s dvoustěnnými pilíři je vhodný a ověřený.

Ing. Karel Dahinter, CSc.