



IDEOVÁ STUDIE SOUBORU ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ POD VYŠEHRADEM

18 / 03 / 2020

IDEOVÁ STUDIE SOUBORU ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ POD VYŠEHRADEM

18 / 03 / 2020

Železniční most Výtoň

Zadavatel

Adam Scheinherr

náměstek primátora pro oblast dopravy hlavního města Prahy

Autoři

Petr Tej

Marek Kopeć

Ian Firth

Andreas Galmarini

Steen Trojaborg

Eugen Brühwiler

Dopravní řešení

Tomáš Cach, Ivan Lejčar

Spolupracovníci

Pavol Ondovčák, Marek Blank, Milan Holý, Jan Mourek,

Oto Melter, Sofie Jüers, Lukáš Beran

Martina Procházková, Kryštof Uhlík

AI PRAHA – Architects and Engineers Prague

WALTGALMARINI, Zurich, Switzerland – waltgalmarini.ch

DISSING+WEITLING architekture, Copenhagen, Denmark – dw.dk

BAUGRUPPE.CZ

Obsah

Zadání	6
Posuzované varianty	7
Kulturně-historický kontext	8
Příklady rekonstrukcí	12
Oprava železničního mostu	24
Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň	26
Předběžné statické a dynamické posouzení navrhovaného mostu	52
Shrnutí	54

Zadání

Zadání je postaveno na třech požadavcích, ty jsou zároveň z pohledu hlavního města Prahy veřejným zájmem. Jde zejména o rozšíření o 3. kolej, vybudování nové zastávky se třemi nástupními hranami a zachování a podpoření kulturně-historické a společenské hodnoty původního mostu.

V tuto chvíli jsou posuzovány různé varianty řešení špatného technického stavu výtoňského železničního mostu, možnosti jeho rozšíření o 3. kolej a vzniku nové železniční zastávky Výtoň. Vlastníky mostu jsou státní organizace Správa železnic (hlavní konstrukce) a hlavní město Praha (zavěšené lávky). Impulzy směrem k zachování maxima památkové podstaty mostu, s nimiž přichází zejména hlavní město Praha a památkáři tedy musí najít odezvu právě u Správy železnic s.o. Tato organizace se vzhledem k ekonomickým a organizačním okolnostem kloní spíše k zhotovení novodobé napodobeniny stávajícího mostu. O celé věci se vedou intenzivní diskuze, a cílem ze strany Hlavního města Prahy je skloubit všechny tři výše uvedené veřejné zájmy a dosáhnout tak efektivního a rychlého řešení jehož procesy následně nebudou obstruovány námitkami či odvoláními dotčených orgánů či spolků.

Do procesu je zapojen mezinárodní tým s hlavním přispěním profesora Eugena Brühwilerera (EPF Lausanne), který je předním světovým odborníkem na tento typ mostních konstrukcí a možnosti jejich rekonstrukce. Součástí zadání je také vytvoření podkladů pro UNESCO, které ve své poslední zprávě zmiňuje původní budovu nádraží Vyšehrad a železničního mostu a dotazuje se na jejich další osud. Hlavní město Praha předpokládá, že během jara 2020 zašle jednotlivé varianty k přezkumu WHC UNESCO.

Je nutné také zmínit, že v současné době ministerstvo kultury jedná na základě žádosti ministerstva dopravy o odhlášení mostní konstrukce ze seznamu kulturních památek. Prezentované řešení, varianta A, bylo dne 15. 2. 2020 odsouhlaseno Komisí Rady hl. m. Prahy pro památkovou péči.

Posuzované varianty



Varianta A – oprava stávajícího mostu – varianta preferovaná hlavním městem Prahou

Varianta vychází z předpokladu, že je technicky proveditelné rekonstruovat stávající most. Předpokládá se využití moderních technologií a materiálů pro kompletní výměnu mostovky, nepůjde tedy o repliku, ale o novou ocelovou konstrukci navrženou podle českých předpisů a norem. Zachované zůstanou nosné nýtované obloukové části mostu, které tvoří hlavní obraz mostu. U obloukové nosné konstrukce se předpokládá pouze výměna nejvíce poškozených prvků. Sanací projdou pilíře a základy. Na severní straně dojde k výstavbě jednokolejné novostavby mostu. Návrh této nové mostní konstrukce má odpovídat architektuře a technologiím 21. století a být co nejvíce subtilní vůči konstrukci historického mostu. Řešení umožňuje částečné zachování provozu během rekonstrukce a výstavby.



Varianta B – novostavba 3kolejného mostu

Tento návrh zachovává kamenné konstrukce v rámci předmostí a stávající kamenné pilíře a doplňuje je o přidružené sloupy, čímž je umožněno most rozšířit. Stávající ocelovou konstrukci oblouků nahrazuje konstrukcí novou, která však zachovává měřítko a proporce stávajícího mostu. Nový most by měl, shodně jako původní, tři prostě uložená pole, ocelové oblouky budou mít shodnou výšku jako ty stávající. Tím se docílí toho, že současná figura mostu zůstane zachována a s využitím inovativního technického řešení bude převedena do soudobého architektonického jazyka. Předložený návrh tak není replikou ani opravou, ale přináší soudobé řešení, které respektuje tvarosloví a charakter stávajícího mostu a jeho siluetu.



Varianta C – novodobá napodobenina stávajícího mostu – novostavba rozpracována Správou železnic

Varianta předpokládá demolici stávajícího ocelového mostu a výstavbu jeho novodobé napodobeniny. Na jeho severní straně dojde k výstavbě jednokolejné novostavby, která by architektonickým řešením odpovídala dvoukolejné napodobenině. Konstrukčně by byly použity soudobé postupy (svařovaná, nikoliv nýtovaná konstrukce). Řešení umožňuje částečné zachování provozu během výstavby.

Kulturně historický kontext

První železniční most na Výtoni byl postaven v roce 1874, šlo jednostopý nýtovaný ocelový příhradový most. Součástí podmínek koncese, udělené roku 1866 Dráze císaře Františka Josefa k provozu Vídně přes Bavorsko a České Budějovice do Prahy, byla také stavba trati, spojující Nuselským údolím a železným mostem přes Vltavu její koncové nádraží (dnešní Hlavní) se stanicí České západní dráhy na Smíchově.

Původní most o pěti polích z přímopásových příhradových nosníků vyrobila roku 1871 mostárna Johanna Caspara Harkorta v Duisburgu podle projektu jejího inženýra Augusta Köstlina (1825–1894). V roce 1901 byl nahrazen mostem novým, rovněž příhradové konstrukce, ale se třemi poloparabolickými nosníky o délce 72 metrů a hmotnosti 640 tun, osazeným navíc také na vnějších stranách vykonzolovanými lávkami pro pěší. Projekt mostu vytvořil inženýr František Prášil (1845–1917), spolumajitel libeňské mostárny Bratři Prášilové & spol., jejíž inženýr Jan Kolář (1868–1958) navrhl rychlou výměnu jeho hlavní konstrukce. Byla zahájena dne 30. září v šest hodin ráno a dokončena 1. října 1901, kdy byla provedena zatěžkávací zkouška, a následně, 2. října v jedenáct dopoledne, byl obnoven vlakový provoz. Libeňská mostárna také vyrobila a osadila střední pole mostu, smíchovské provedly Pražské mostárna Českomoravské továrny na stroje a vyšehradská mostárna Ruston & spol.

V roce 2004 byl most zapsán na seznam nemovitých kulturních památek a svému účelu slouží dosud. Železniční most představuje jednu z křižovatek na dobře viditelném místě ve vnitřní Praze. Střízlivá, ale dynamická linie tří po sobě jdoucích struktur s jednoduchým rozpětím stojí v kontrastu s městskou krajinou. Železniční most je často zobrazen na s Pražským hradem v pozadí.

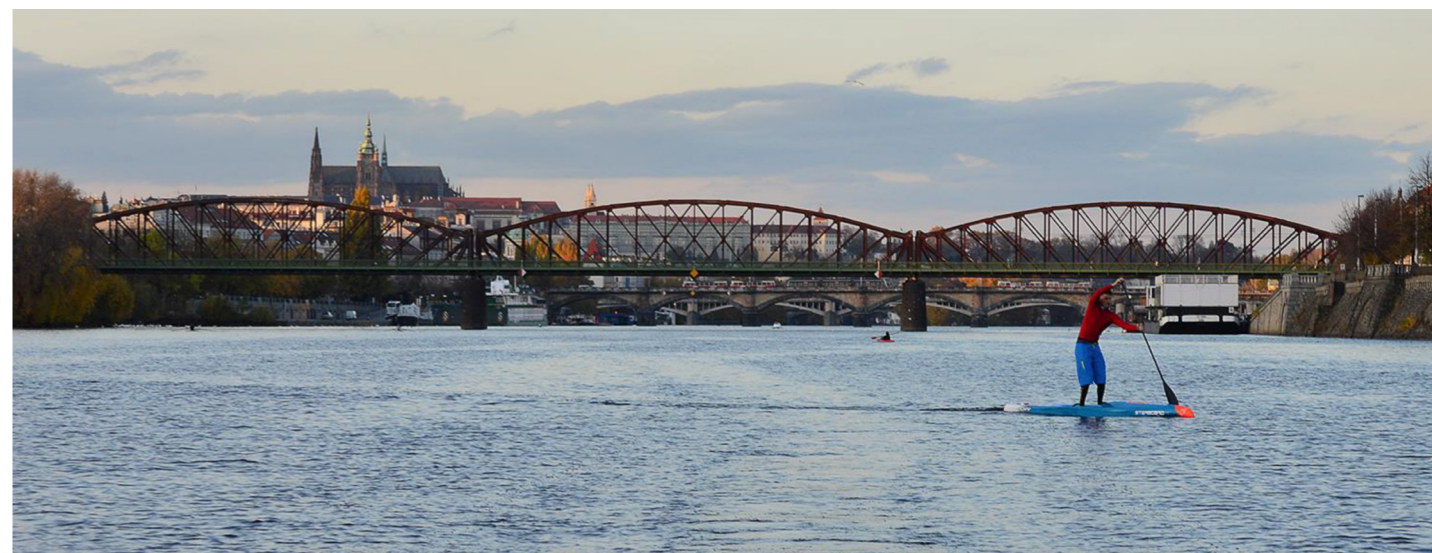
Celkově musí být železničnímu mostu připsána velmi vysoká kulturní hodnota. Lze jej považovat za pomník umění pozemního stavitelství v souvislosti s výstavbou železničních tratí v Evropě a zejména v České republice. Železniční most je významným svědkem doby, kdy byl postaven, a rozhodně patří mezi nejvýznamnější nýtované ocelové konstrukce v České republice.



↑ Národní kulturní památky Vyšehrad, Kovařovicova vila a železniční most na Výtoni na poštovní známce z roku 1974



↑ pohled z Vyšehradu



↑ jižní pohled z hladiny Vltavy



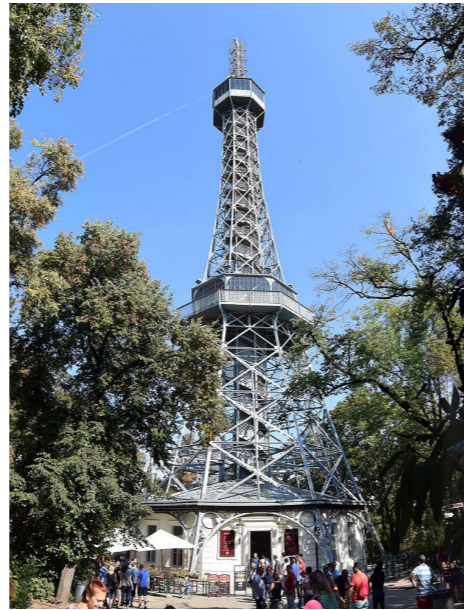
↑ výměna původního mostu za nový 1901

František Prášil

Absolvent české techniky v Praze začal roku 1867 pracovat v mostárně Vojtěšské huti na Kladně, v letech 1886–1894 řídil Pražskou mostárnu První českomoravské továrny na stroje v Praze-Libni a roku 1894 založil s bratrem Juliem mostárnu Bratři Prášilové & spol., jejíž projekční kancelář vedl až do roku 1913. V roce 1890 navrhl a provedl halu Průmyslového paláce pro pražskou Jubilejní výstavu a také rozhlednu na Petříně, renomé mu však již roku 1885 získala výměna železničního mostu u Stránova a především letmá montáž mostu u Červené roku 1888. Tyto zkušenosti uplatnil roku 1901 při výměně konstrukce pražského železničního mostu na Výtoni za novou, kterou jeho firma navrhla a zčásti také vyrobila. Měl patentován vynález nýtovacího stroje, konstrukci přenosného mostu pro vojenské účely nebo segmentovou konstrukci jezu.

Zdroj: <http://www.industrialnitopografie.cz>

Autorem textu je Lukáš Beran, ten byl použit pro účely této publikace s jeho laskavým svolením.



Petřínská rozhledna – stavba byla zahájena v březnu roku 1891 podle návrhu arch. Vratislava Pasovského, autory konstrukce byli Ing. František Prášil a Ing. Julius Souček z Českomoravské strojírny.



Štěpánský most v Obříství u Mělníka – byl postaven 1912 Pražskou mostárnou podle projektu arch. Karla Šimka. Autorem konstrukce je František Prášil.



Čechův most – 1908, architekt Jan Koula, návrh a realizace obloukové nosné konstrukce František Prášil.



Průmyslový palác, Výstaviště – 1891, autory jsou Bedřich Munzberger, František Prášil.



Staroměstská tržnice – návrh a realizace nosné konstrukce František Prášil
Budova je používána od roku 1894, kdy byla postavena jako krytý trh pro potřeby obyvatel Starého Města.
Vizualizace rekonstrukce podle návrhu studia edit architects s.r.o.



Příklady rekonstrukcí ocelových nýtovaných mostů

Hinterrheinbrücke a Eisenbahnbrücke Ingolstadt jsou příklady velmi podobných situací jako u pražského železničního mostu pod Vyšehradem. Jde o rekonstrukci ocelových, nýtovaných mostů z 19. století rozšířených z důvodů nedostačující kapacity o moderní jednokolejný most.

Hinterrheinbrücke, Švýcarsko

Tento jednokolejný most je postavený vedle stávajícího ocelového příhradového železničního mostu z 19. století. Oba mosty společně překonávají řeku Rýn a přilehlou dálnici A13 v historicky cenné oblasti Reichenau. Realizovaná konstrukce vzešla z vítězného návrhu mezinárodní soutěže pořádané Rhétskými drahami v roce 2015.

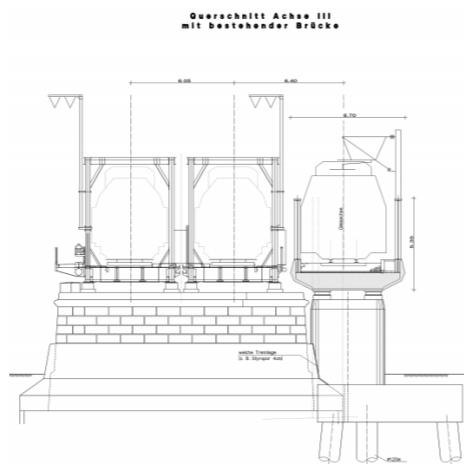
Most dlouhý 200 m je tvořen dvojicí uzavřených komorových průřezů výšky 1,7 m vzájemně spojených příčníky, na kterých je umístěné kolejové lože tratě. Na obou březích řeky jsou umístěny pilíře s členitou ocelovou hlavou („quadropody“), které jsou osazeny na velice štíhlých betonových pilířích umístěných v zákrytu s pilíři původního mostu. V části mostu přilehlé k rušné dálnici je most podepírán pilíři ve tvaru písmene „V“. Dílenské montážní celky nosné konstrukce mostu byly dopraveny na montážní plošinu na břehu řeky v blízkosti stavby, kde byly spojovány do větších celků osazovaných pomocí jeřábu. V místě mimo dosah tohoto jeřábu (přes dálnici A13) byla využita technologie vysouvání nosné konstrukce, která byla smontována v jeden celek na již sestavené konstrukci.

Po dokončení mostu v roce 2018 na něj byla kompletně přesunuta doprava, aby původní mostní konstrukce mohla podstoupit rozsáhlou rekonstrukci a vylepšení, jako např. doplnění navazujících polí přes dálnici A13. Oba souběžné mosty slouží dvoukolejnému provozu od roku 2019.

Eisenbahnbrücke Ingolstadt, Německo

V rámci zkapacitnění vysokorychlostního spojení ICE mezi Mnichovem a Norimberkem vznikla nutnost doplnění třetí koleje v těsném souběhu s původní dvoukolejnou tratí a železničního mostu. Boční nosníky nového mostu s plynulými náběhy svojí jednoduchou a přímou geometrií reagují na příhradovou konstrukci původního mostu z roku 1869.

Nosná konstrukce je pro dvojici největších rozpětí délky 55 m řešena jako parapetní nosník s dolní mostovkou, přičemž boční pásnice svojí výškou reagují na velikost ohybového momentu spojitého nosníku. Spodní část parapetního nosníku ve tvaru obráceného „T“ je stejně jako mostovka v tlaku (podobně jako u zavěšených konstrukcí) a je proto zhotovena z betonu. V navazujících oblastech most přechází přes břehy a navazující komunikace, kde je konstrukce průběžně podepřena pilíři a její stavební výška se tak plynule snižuje.



Alexandra Bridge, Kanada

Spojuje Sussex Drive v Otawě a Des Allumettieres Boulevard v Gatineau. Poskytuje tak důležité spojení mezi turisty vyhledávaným Byward Marketem a Kanadským muzeem historie.

Kanadská společnost stavebního inženýrství ustanovila most národní památkou stavebního inženýrství. Most ve státním majetku je spravován a udržován kanadskou společností pro veřejné služby. Původně železniční most byl v padesátých letech 20. století upraven pro silniční dopravu. Po roce 2000 byl most z důvodu zasažení korozi opravován, některé prvky konstrukce musely být zcela vyměněny. Opravy probíhaly při zachování provozu alespoň v jednom jízdním pruhu za každých okolností. Dočasný styčník přenášel vždy zatížení do té doby, než byla původní ocelová část opravena a připevněna na původní místo pomocí nýtů. Výměna styčníku trvala pouze několik hodin. Podobnost konstrukčních částí umožnila použití dočasného styčníku postupně na více místech.

Stoney Creek Bridge, Kanada

Je 200 m dlouhý obloukový příhradový most s horní mostovkou v Britské Kolumbii. Přes most přechází jednokolejná Kanadsko-pacifická železnice ve výšce 90 m nad údolím říčky Stoney Creek. Most byl dokončen v roce 1893 a nahradil původní dřevěný most z roku 1885.

V roce 1929 byl most zesílen, aby byl schopen přenášet vyšší zatížení. Původní dřevěný most byl ve svojí době nejvýše položeným dřevěným mostem na světě. Most společně svým okolím se často objevuje na fotografiích a stal se tak ikonou Kanadsko-pacifické železnice.

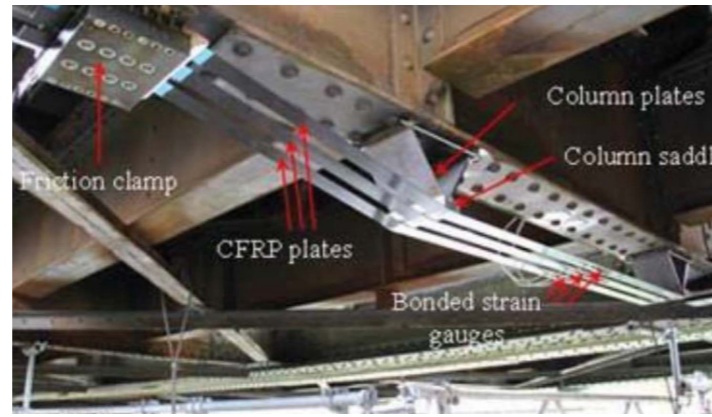
foto Nicholas Morant

Hagwilget Canyon Bridge, Kanada

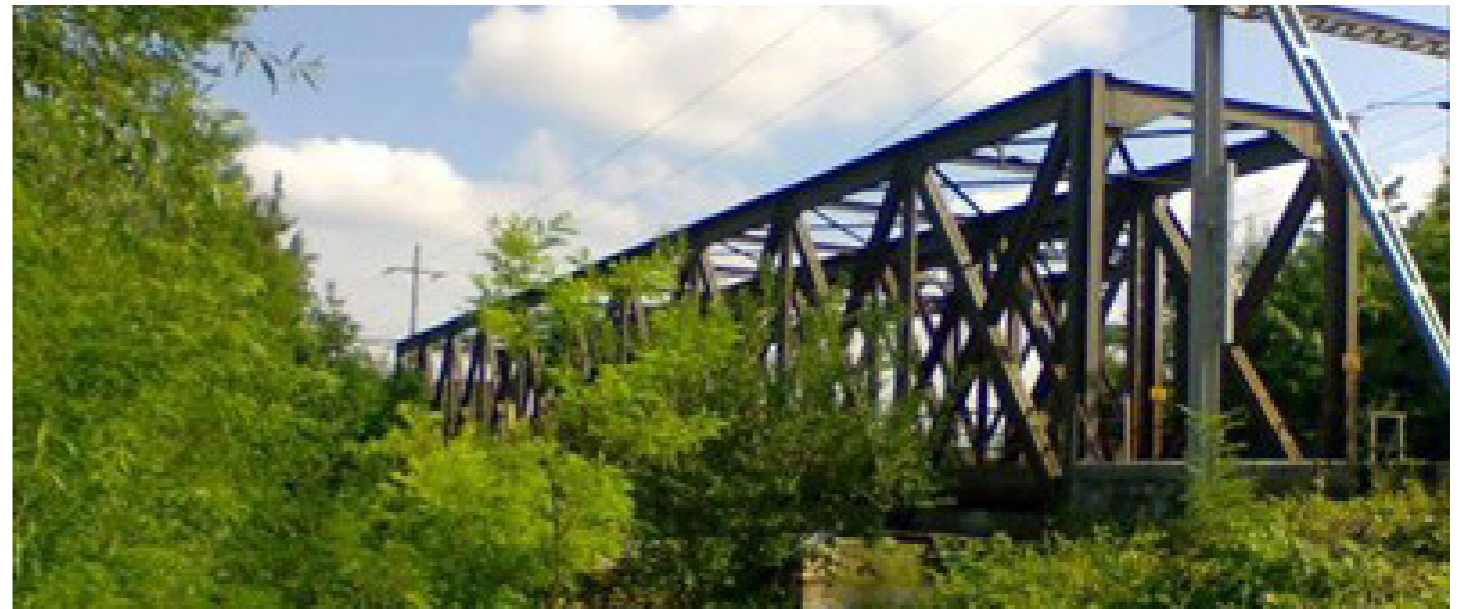
Je zavěšenou mostní konstrukcí postavenou v roce 1931. Most překonává řeku Bulkley přes Hagwilget Canyon u vesnice Wet'suwet'en v Britské Kolumbii. Most byl zesílen v roce 1990 a v roce 2015 proběhla kompletní rekonstrukce některých jeho částí při zachování provozu.



Münchenstein Railway Bridge



↑
Přidaná část přenáší část zatížení. To snižuje požadavky na stávající prvky. Některé prvky pak vyhovují navzdory ztrátě průřezu.



Původní stav konstrukce.



↑
Výměna styčnicku byla dokončena během několika hodin. Každý styčnick byl geometricky podobný, takže bylo možné použít opakovatelný dočasný přípravek

↑
Dočasný styčnick, který přenáší zatížení, zatímco je nová ocel namontována a přišroubována.



Původní stav konstrukce.

Vorderrheinbrücke Tavanasa, Graubünden, Švýcarsko
 Ocelová konstrukce je z roku 1911, rozpon 71,64 m, celková délka mostu 92,09 m. Je součástí Rhétské dráhy.

Byl rekonstruován za provozu. Pro provádění opravy byl k dispozici minimální prostor, na konstrukci byl vyroben ochranný obal.



↑ Interiér provizorního „obalu“.



↑ Opravený most v provozu.

↓ Příprava provizorní konstrukce pro pískování částí mostu v minimálním prostoru.



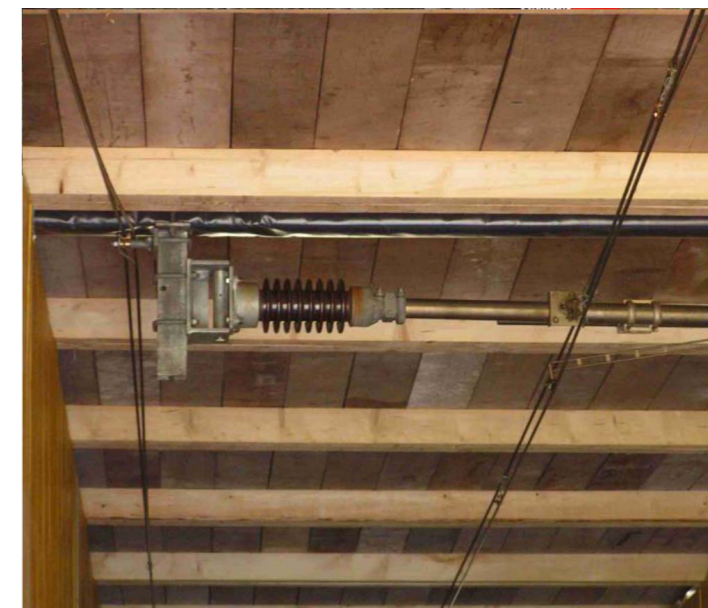
↓ Příprava provizorní konstrukce pro pískování částí mostu v minimálním prostoru.



↓ Při pískování původního nátěru se uvolňuje olovo, proto musí být veškerý odstraněný materiál bezpečně zachycen.



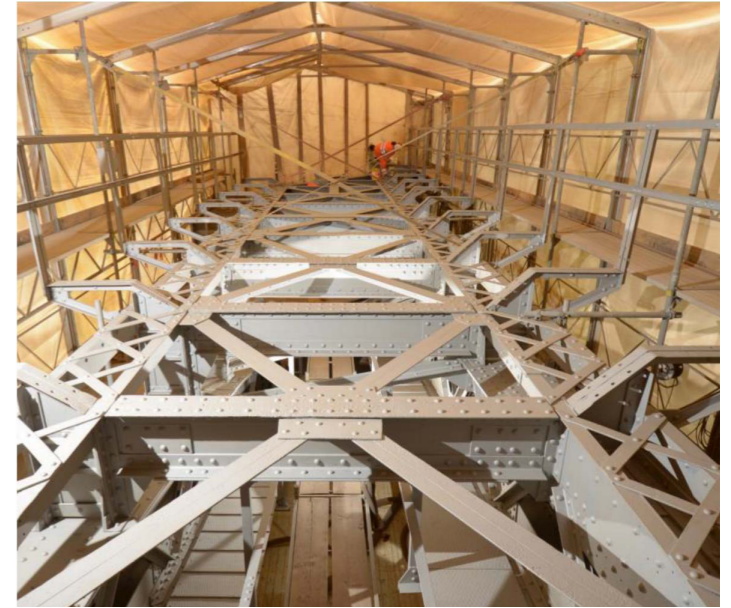
↓ Dočasné uchycení trakčního vedení.



Most přes řeku Limmat, Curych, Švýcarsko
1894

Technologie opravy

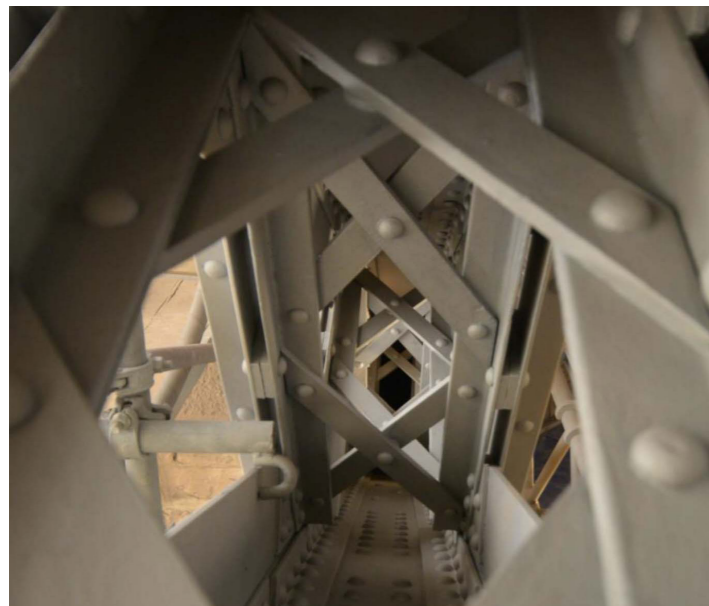
- Tryskání pískem a materiálem s ostrými hranami až do stupně Sa 2½.
- Vyčištění / oškrábání rezních otoků do hloubky 2 cm.
- Mytí všech oblastí ovlivněných chloridem (důležité, protože hygroskopický účinek poškodí nový povlak).
- Pískování promyté oblasti



Původní stav konstrukce



Detaily opravovaných styčnicků



Epoxidová pryskyřice
PU tmel pro vyplnění malých mezer



Most před opravou



Po pěti letech byl při pravidelné inspekci zaznamenán omezený počet lokálních nedostatků v ochraně proti korozi. Během tří dnů byla na všech ložiscích koroze obnovena protikorozi ochrana jedním pracovníkem.



Most po rekonstrukci



Most přes Rýn v Eglisau, Švýcarsko

Je jednokolejný most s horní mostovkou z roku 1897 z plávkové oceli. Pole přes řeku je prostý příhradový nosník o rozpětí 90 m. Má vysokou historickou hodnotu je součástí kamenné klenbové estakády o 20 polích s rozpětími kleneb mezi 12-15 m celkové délky 457 m.

Během provozu byly problémy s poklesem a horizontálními posuny přilehlých nábrežních pilířů směrem do ocelového pole, došlo k několikanásobnému přenastavování posuvných ložisek. Vznikaly trhliny a poklesy ve vrcholech sousedních kleneb, následně v roce 1921 došlo k podchycení klenby předpětím, tím byla vnesena do spodního pásu příhrady síla cca 1000 kN. Následně bylo zahájeno měření na ocelové konstrukci. Statický přepočet v roce 1980 vedl v letech 1982/83 k zesílení některých prvků konstrukce (zejména spojů). Také došlo k výměně otevřené mostovky na kolejové lože, byla kompletně obnovena protikorozní ochrana.

Další statický přepočet z let 2001-2003 nevyhověl na únavu -> výpočetní nejistoty, nepodložené odhady, příprava rozsáhlého monitoringu.

V roce 2010 byl most dlouhodobě monitorován pomocí 137 měřičů, výsledkem byla změna typu mostovky, tím došlo k výrazné redukci únavového namáhání. Byl proveden sofistikovaný podrobný výpočet únavové životnosti na základě měření, únavová životnost byla díky zpřesnění vstupních informací predikována na cca dalších 50 let.

Obnovení PKO v roce 2019 bylo prováděno ve čtyřech etapách. Otryskání konstrukce bylo prováděno ve vzduchově nepropustném zaplachtování. Zbytky po tryskání pískem byly transportovány do stanu pod prvním kamenným obloukem, kde byly od sebe separovány otryskané korozní produkty (obsahující olovo) a písek, který byl znovu používán k tryskání.



Separace otryskaných korozních produktů



Opravený most



Vzduchově nepropustné zaplachtování při tryskání



Detaily opravovaných styčnicků



Detaily opravovaných styčnicků



Protikorozní opatření



Oprava železničního mostu

Doporučení a shrnutí dalšího postupu při opravě železničního mostu pod Vyšehradem

Podrobný posudek by měl být proveden v souladu se statickými a dynamickými zásadami pro rekonstrukce stávajících konstrukcí (ne podle norem pro návrh nových konstrukcí). Švýcarský předpis SIA269 může být chápán jako příklad předpisu pro posuzování rekonstrukcí stávajících konstrukcí.

Oprava/rekonstrukce konstrukce je složena z několika opatření, které společně zajistí požadovanou únosnost a životnost konstrukce jako celku. Tato opatření se mohou prvek od prvku lišit.

Typickými opatřeními jsou:

- obnovení únosnosti prvku;
- prokázání dostatečné únosnosti prvku podrobným výpočtem;
 - oprava prvku;
 - zesílení prvku;
 - nahrazení prvku;
- Po obnovení prvku musí být v plném rozsahu obnovena protikorozní ochrana konstrukce.
- Opravená konstrukce vyžaduje provádění pravidelných prohlídek, monitoringu a hlavně údržby.
- Častou s významnou výhodou opravy stávajících konstrukcí je zachování provozu během rekonstrukce nehledě na délku jejího trvání.

Na železniční trati mezi Smíchovem a Výtoní se nachází několik historických mostních konstrukcí, které si všechny bezesporu zaslouží pozornost. Úsilí vedoucí k uchování historického technického dědictví je však vhodné soustředit zejména na reprezentativní konstrukci celého soumostí, tedy část mostu překlenující řeku Vltavu, která má výraznou estetickou a historickou hodnotu.

Jsou dva požadavky: Z hlediska UNESCO by oblast měla být uchována v současném stavu. Zároveň budoucí železniční doprava vyžaduje trojkolejnou trať.

Oprava stávajících příhradových ocelových mostů přes Vltavu pod Vyšehradem a jejich doplnění o novou, moderní jednokolejnou konstrukci vyhovuje požadavkům UNESCO a zároveň poskytuje dostatečnou provozní kapacitu.

prof. Eugen Bruhwiler

Poznámky:

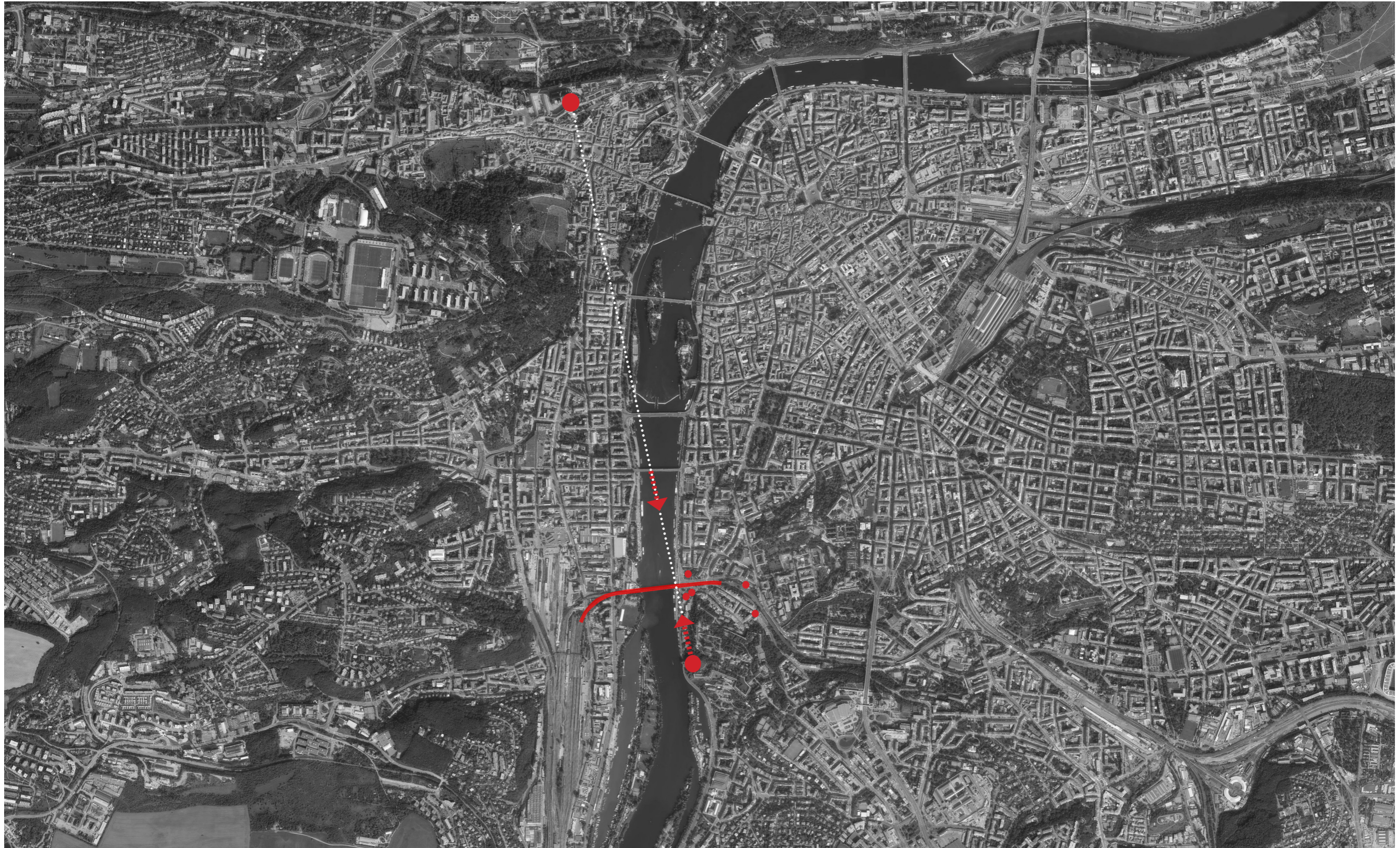
Lokálně změřené korozní úbytky jsou i větší než 50% lokální úbytky ovšem musí být vztaženy k celkové průřezové ploše. Zkoušky čištění tedy v zásadě odpovídají koroznímu průzkumu SUDOP. Většina míst vykazujících opticky značná poškození dosahuje korozní úbytky mezi 5 % a 10 % z celkové průřezové plochy jednotlivých prvků s maximálními ztrátami až 12 % průřezové plochy.

Z hlediska únosnosti konstrukce a posudku únavy jsou podle profesora Brühwiler akceptovatelné korozní úbytky u prvků hlavního nosníku mezi 10-12 % průřezové plochy, aniž by došlo ke snížení požadované traťové třídy (velikosti dopravního zatížení). Tato lokálně poškozená místa by měla být i opravována pouze lokálně. Současné místní škody nevyžadují výměnu celých prvků. (Kompletní výměna prvků by byla příliš invazivní a nákladná.)

Profesor Brühwiler doporučuje rozpracovat návrh opravy konkrétních typových detailů s vážným korozním poškozením.

Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň

– mapa širších vztahů



Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň



Koncepce návrhu

Návrh počítá se zachováním oblouků stávajícího dvoukolejného mostu **s nově navrženou mostovkou** na základě koncepce prof. Bruhwilera **podle českých norem a předpisů** a zároveň přidává nový jednokolejný most vedle stávající struktury. Délka nového mostu ve střední části nad Vltavou je přibližně 220 m.

Průřez stávajícího mostu

Nový most je navržen jako spojitá ocelová konstrukce na betonových pilířích. Výška parapetního nosníku se pohybuje mezi 2,2 m ve středu rozpětí a 4,15 m nad podpěrou. Křivkou horní příruby je řetězovka. Celá konstrukce je navržena tak, že nové sloupy budou umístěny vedle stávajících , a má tedy stejné rozpětí jako stávající most. Základním cílem tohoto návrhu je navrhnout nový most co nejsubtilnější tak, aby nová struktura nebránila v pohledech na stávající most. Průřez mostu je navržen jako ocelový svařovaný krabicový nosník. Most je navržen bez komplikovaných detailů s velmi dobrými parametry pro údržbu. Návrh mostu je podložen statickým i dynamickým posouzením navržené konstrukce.

Průřez nového mostu

Železniční stanice Výtoň je navržena se třemi nástupními hranami. Délka nástupišť je minimálně 220 m, šířka severního nástupiště je 6,15 m, šířka jižního nástupiště je 3 m. Nástupiště jsou propojena s úrovní ulice trojicí schodišť a dvojicí výtahů a zároveň plynule navazují na stávající mostní lávky.

Průřez stávajícího mostu

Důležitým impulzem pro návrh je urbanistický kontext místa, jeho lepší pěší propojení s významnými stavbami jako je Kovařovicova vila, historická budova nádraží Vyšehrad, Hodkův činžovní dům. Využití potenciálu výhledu na Pražský hrad a Vyšehrad.

Průřez stávajícího mostu

Stávající kamenné oblouky budou využity pro zázemí cestujících a obchody. Přidáním jednokolejného mostu na severní straně vznikne v parteru krytý prostor, který nahradí přístřešky na nástupištích a zároveň bude sloužit jako přístřešek stanice tramvaje. Na východním konci stanice je navržen nový průchod mezi ulicemi Vnislavova a Svobodova. Velký potenciál mají úpravy Vnislavovy ulice, která je dnes pro chodce nepřístupná.

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Dopravně-urbanistické (provozně-prostorové) řešení

Základním principem návrhu je minimalizace nutnosti výrazných úprav v městském parteru oproti současnému stavu. V rámci provádění stavby železnice je tak možné provést jen několik dílčích stavebních úprav se změnou organizace provozu a ostatní ponechat na později, nebo naopak provádět rozsáhlejší a nákladnější úpravy celého území. Podstatné změny se odehrávají na pravém břehu Vltavy v oblasti Výtoně.

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Průřez stávajícího mostu

Cyklistický provoz

Klíčovým principem je zajištění uceleného vedení a propojení všech páteřních tras celoměstského systému v chráněném standardu (spolu s chodci) a integračních opatření v provozu s vozidly. Od východu je chráněná trasa do uzlu Výtoň přivedena od podjezdu v Horské při severní straně ulic Vnislavova novou chodníkovou stezkou. K propojení obou břehů Vltavy slouží navržená severní lávka nového mostu se společným provozem chodců a cyklistů, která je vedle východního konce historického soumostí napojena na uliční parter Svobodovy a Vnislavovy ulice pomocí nové rampy a podjezdu v rámci úprav železničního náspu.

Severojižní chráněná trasa je z náplavky napojena současnou západní chodníkovou stezkou a dále pomocí nově navržené chodníkové stezky při jižní straně parteru Vnislavovy ulice mezi nábřezím a Libušinou, s úpravou a doplněním obou světelně řízených křižovatek o sdružené přechody pro chodce s přejezdy pro cyklisty. Stupeň sdílení části prostoru s chodci či vzájemného oddělení, je vhodné řešit až v dalších stupních přípravy.

Na levém břehu je nová severní lávka plynule napojena v horní úrovni na upravovaný severní železniční most přes Nádražní a bez ztraceného spádu a kontaktu s motorovou dopravou tak přímo napojuje Smíchov City. Pomocí rampy poblíž Hořejšího nábřeží je pak zajištěno napojení parteru uliční sítě současné zástavby Smíchova i k řece.

Pěší pohyb

Všechny současné vztahy a vazby, resp. chodníky i přechody pro chodce, zůstávají zachovány a jsou dále rozšířeny a doplněny ve prospěch zlepšení prostupnosti území a uživatelského komfortu i bezpečnosti. Všechny chráněné bezmotorové trasy slouží společně pěšímu i cyklistickému pohybu.

Ostrovní i boční nástupiště železnice jsou na chodníkové plochy v dolní úrovni napojeny pomocí schodišť ve středové části a při obou koncích, kde jsou zároveň umístěny výtahy. Při západní straně jsou historické lávky přes Vltavu přímo prodlouženy na nástupiště, přičemž u jižní lávky je zachováno historické schodiště na západní straně nábřeží a u bočního nástupiště lze navrhnout rampu místo schodiště (při zachování výtahu). Navržená severní lávka nového mostu navazuje na uliční parter východně od Vyšehradské a nemá přímé napojení na nábřeží ani nástupiště – díky tomu lze předpokládat rovnoměrnější intenzitu využití lávek a mj. bezkoliznost ve vztahu k cyklistickému provozu.

Pod železničním mostem jsou v západní části mostu pole volně otevřená a prostupná, ve střední a východní části lze pole využít přednostně pro vestavby s aktivním parterem (s ohledem na světlou výšku kleneb) a východně od Vyšehradské pak zajistit alespoň jeden bezbariérový prostup s dílčí úpravou nivelety okolního terénu. Oproti současnému stavu dochází k rozšíření chodníkových ploch na úkor vozovky a částí nezpevněného povrchu zejména ve Vnislavově ulici – vzniká tak mj. velkorysejší pobytový předprostor u kubistických domů (Sequensova vila), s přímou komponovanou vazbou na volné pole mostu, které dnes slouží průjezdu vozidel.

Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň

– půdorys nástupiště

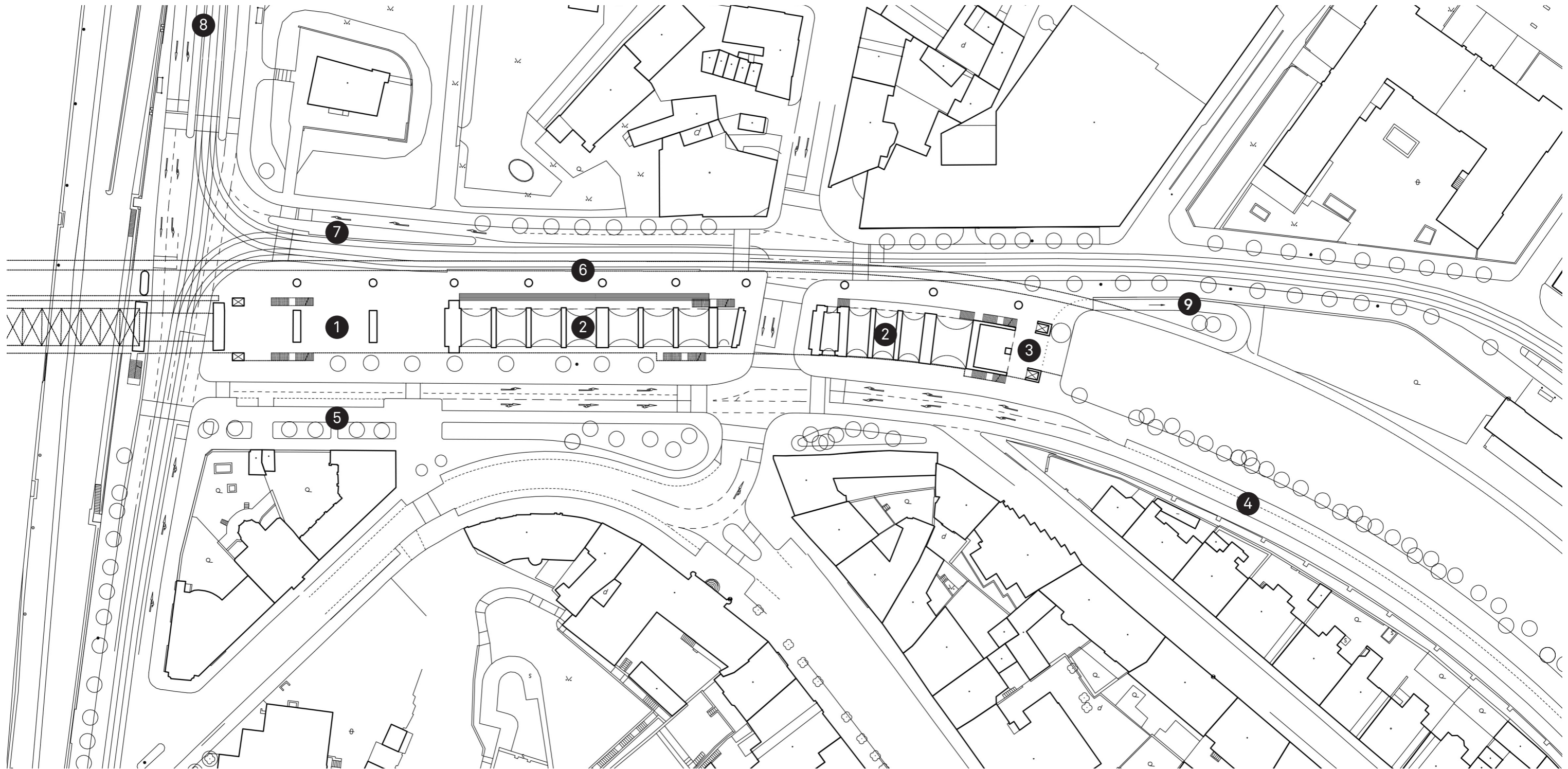
- 1 navrhovaný jednokolejný most
- 2 stávající opravený most
- 3 nové nástupiště s přímou vazbou na stávající lávky
- 4 nové nástupiště s přímou vazbou na stávající lávky
- 5 Kovařovicova vila, 1912, architekt Josef Chochol
- 6 bývalá celnice, cca 1500
- 7 budova původního nádraží Vyšehrad
- 8 nově vybudovaná lávka pro pěší a cyklisty



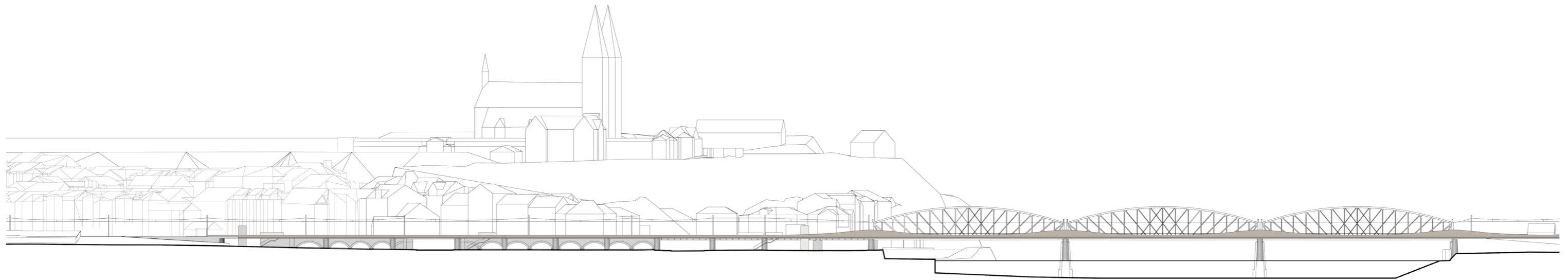
Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň

– půdorys parteru

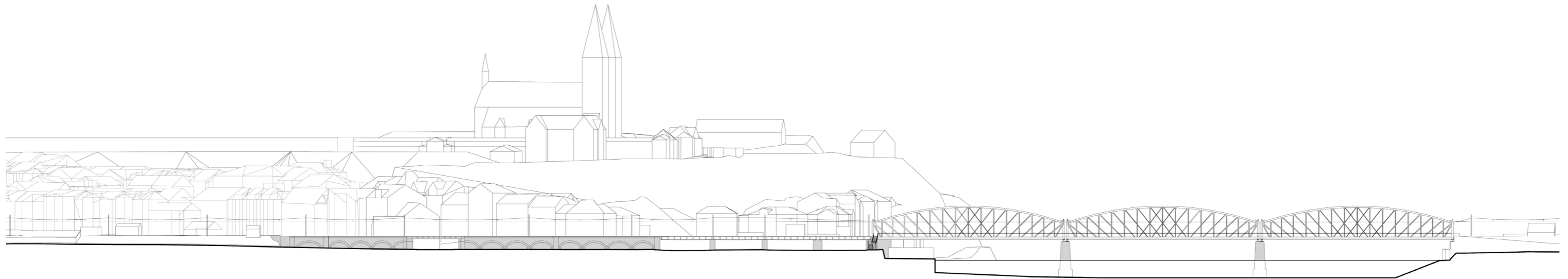
- 1 krytý prostor stanice Výtoň, informace o odjezdech a příjezdech, parkoviště pro kola
- 2 oblouky stávajícího viaduktu budou využity pro zázemí stanice a obchody
- 3 nově navrhovaný průchod
- 4 úprava profilu ulice, nově umožní umístění podélných stání, chodníku a cyklostezky; dnes je ulice pro chodce nepřístupná
- 5 úpravy veřejného prostoru
- 6 tramvajová zastávka ve směru Nusle, zastávka bude zastřešena konstrukcí nového nástupiště
- 7 navrhovaná zastávka ve směru do centra a do Podolí
- 8 stávající zastávky
- 9 napojení cyklostezky na lávku



Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň – pohledy

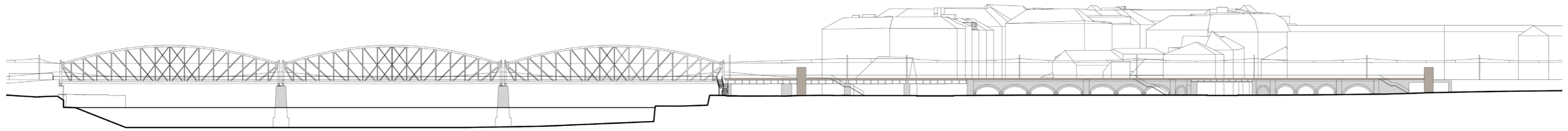


↑ severní pohled – návrh

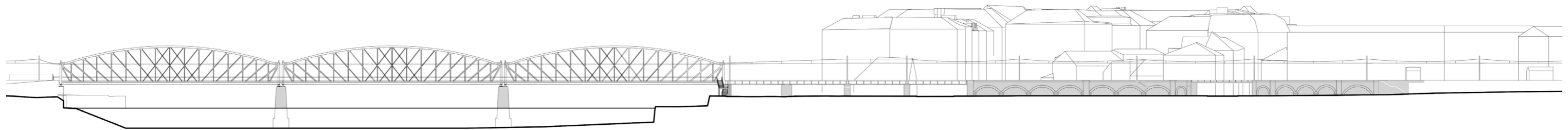


↑ severní pohled – stávající stav

Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň – pohledy



↑ jižní pohled – návrh



↑ jižní pohled – stávající stav

Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň – zákres do fotografie

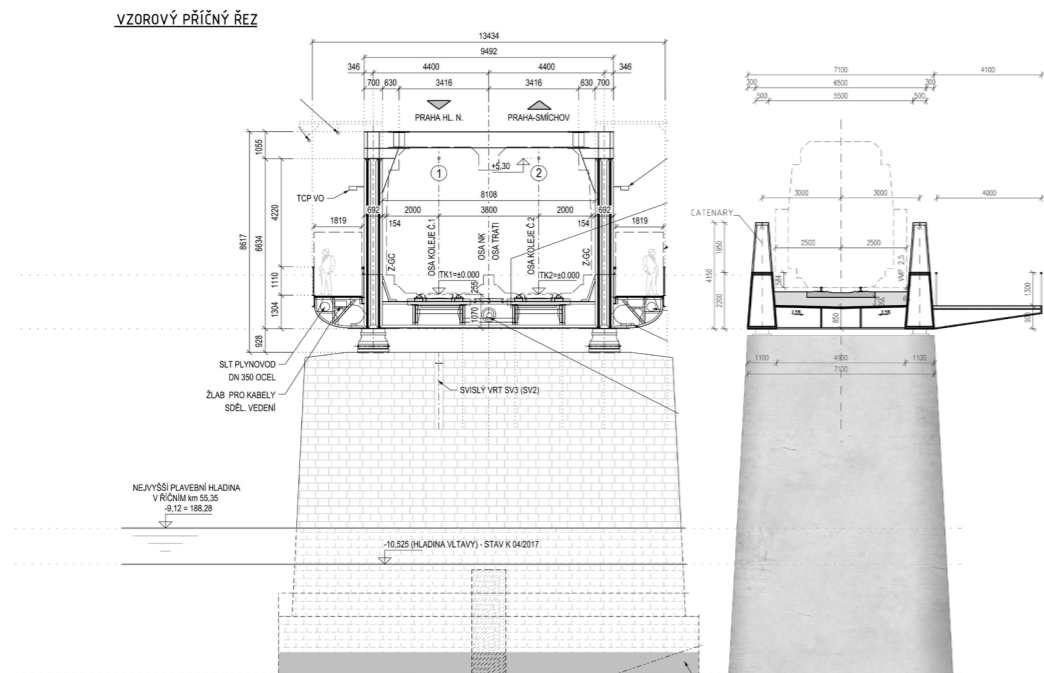


↑ severní pohled – návrh

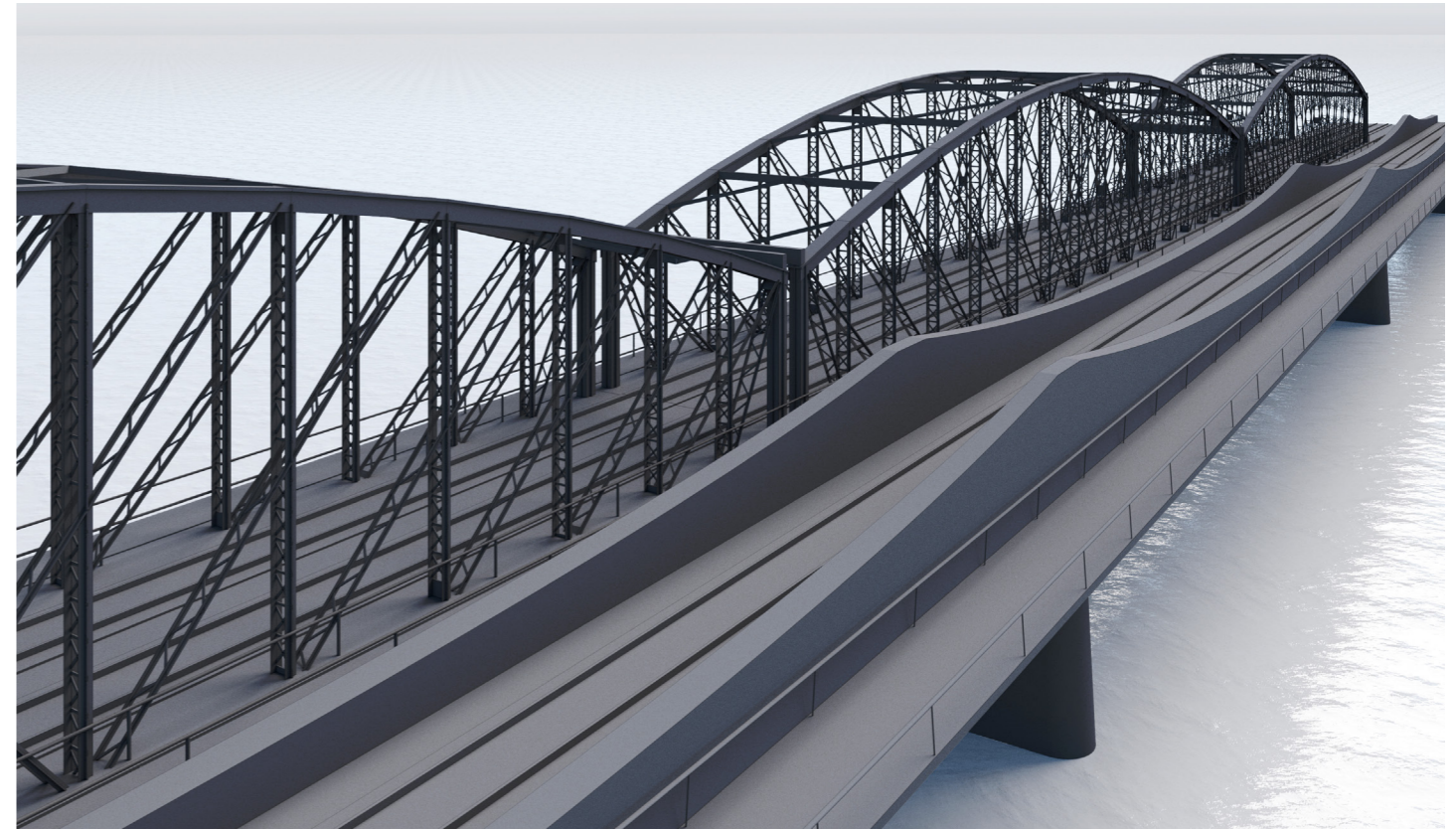


↑ severní pohled – stávající stav

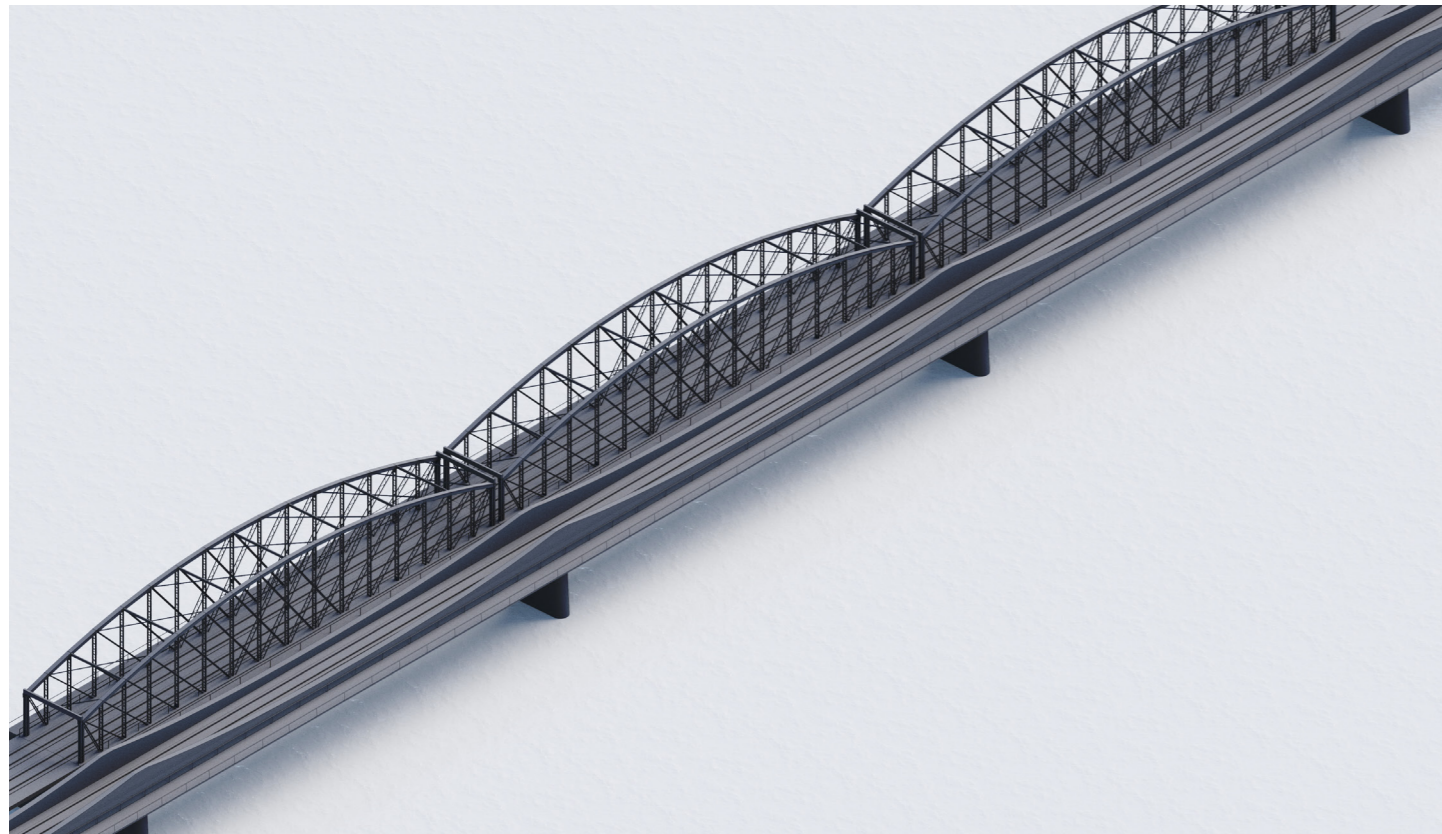
Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň – varianta s přidanou lávkou



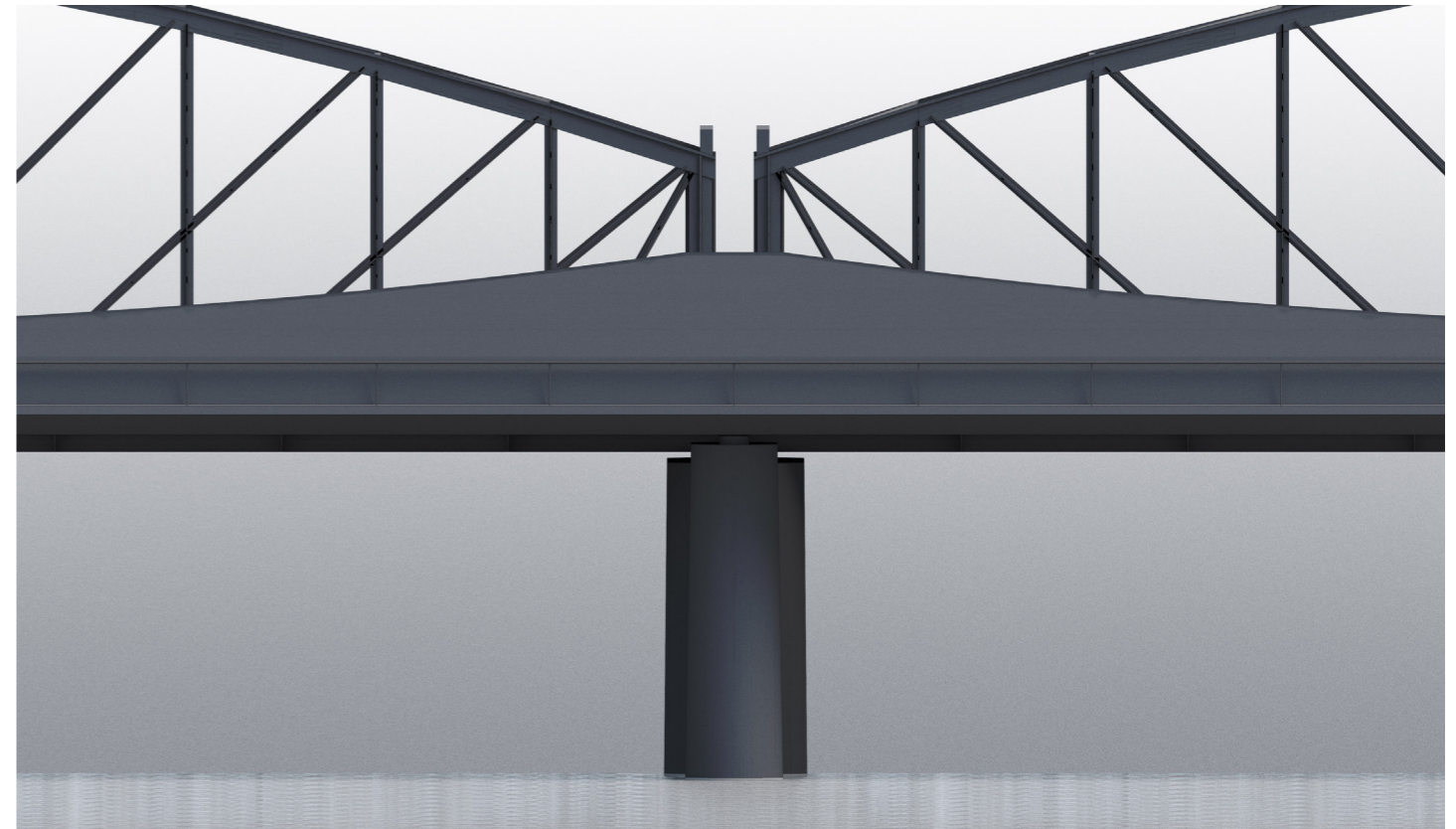
↑ Schéma příčného řezu mostem



↑ 3D model navrhované konstrukce



↑ 3D model navrhované konstrukce



↑ 3D model navrhované konstrukce

Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň
– vizualizace



Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň
– vizualizace



Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň
– vizualizace



Nový jednokolejný most a železniční zastávka Výtoň – vizualizace



Schéma harmonogramu výstavby – jedna kolej v provozu během stavby

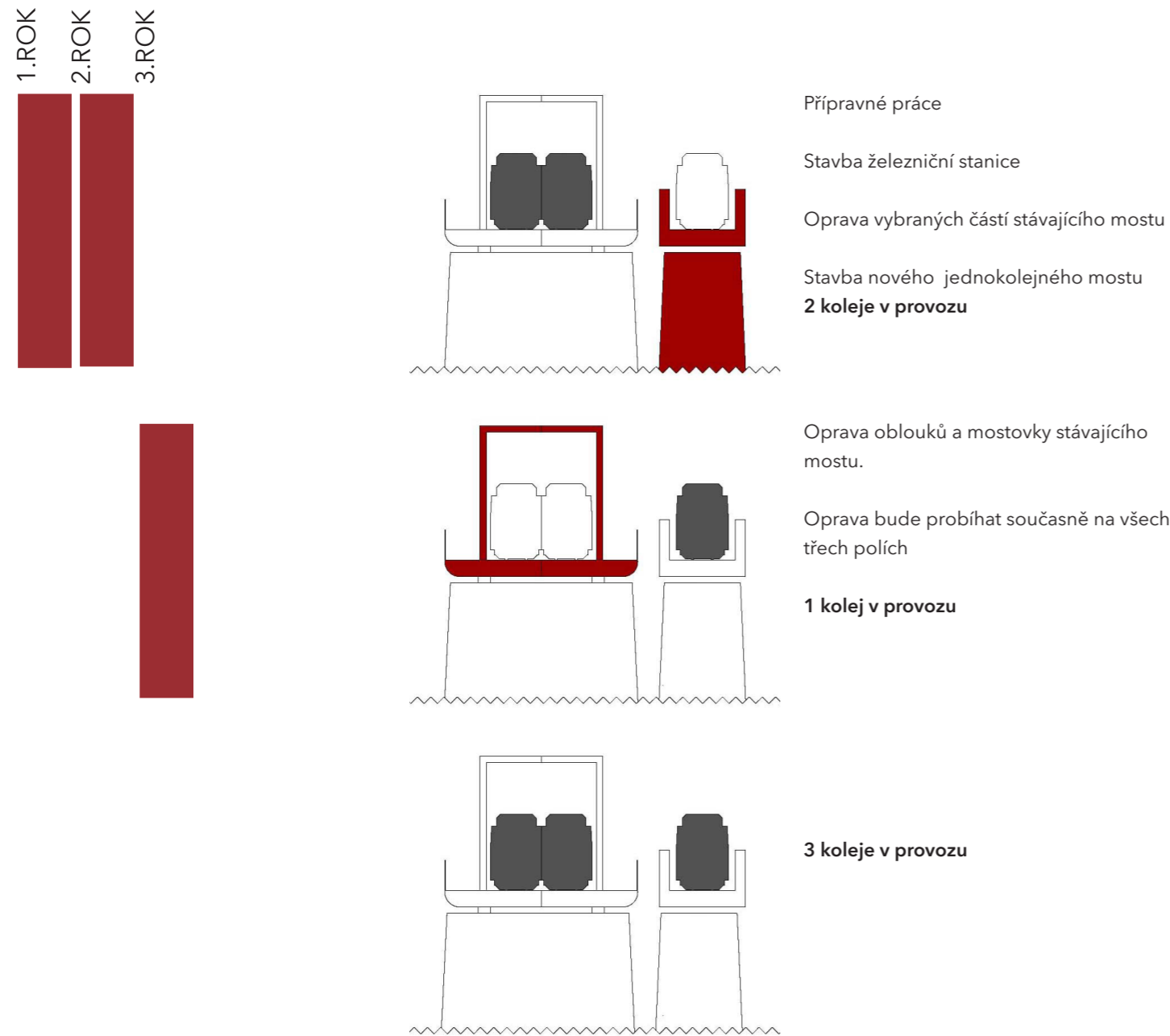
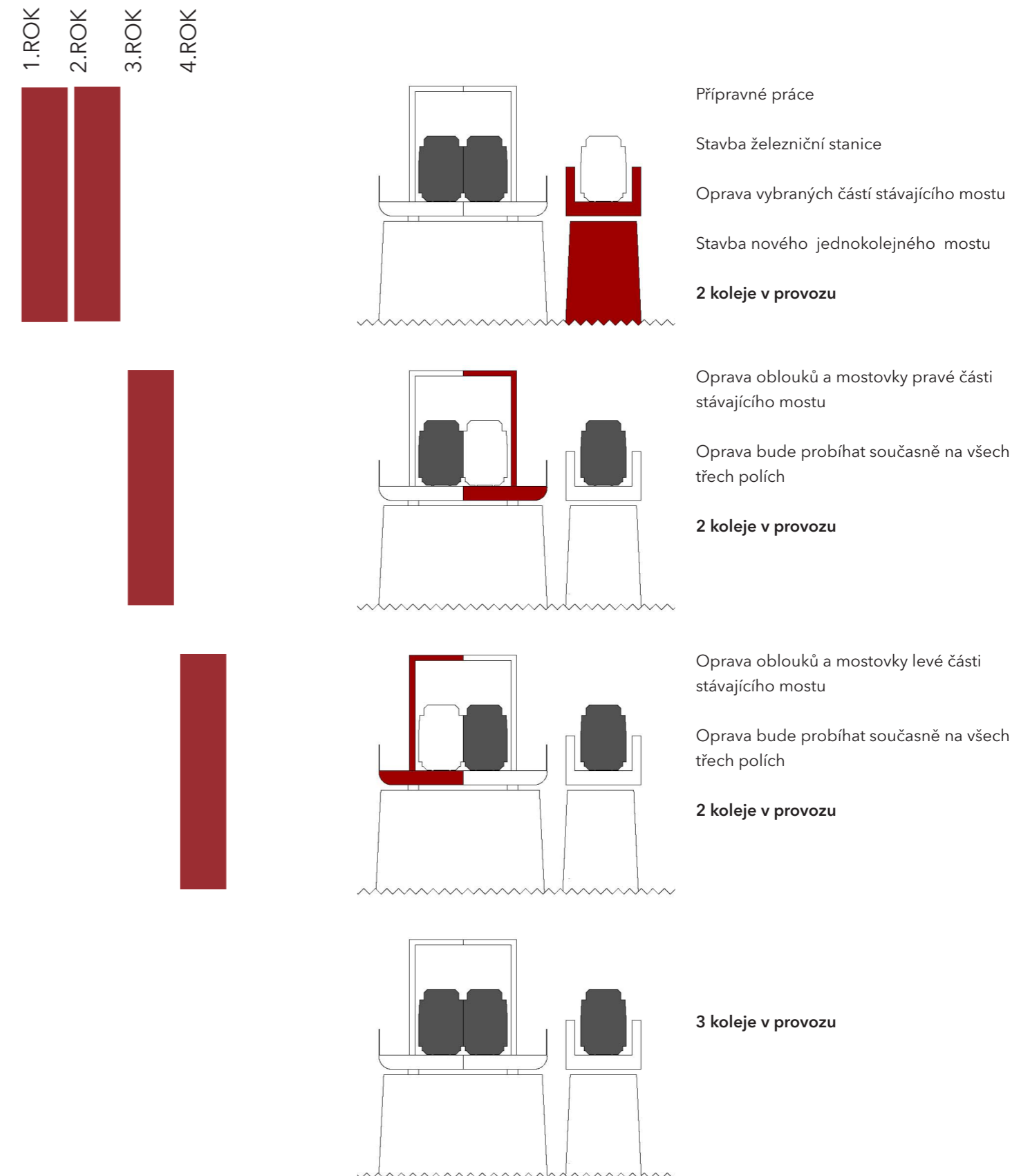


Schéma harmonogramu výstavby – dvě koleje v provozu během stavby

Tato varianta ilustruje možnost provádění prací při zachování provozu na dvou kolejích. Při zvolení takového postupu, by znamenalo vyšší nároky na zvolené technologie, vyžadovalo by lepší koordinaci prací, je časově náročnější.



Předběžné statické a dynamické posouzení navrhovaného mostu

Koncepce návrhu

Nový most je navržen jako spojitá ocelová konstrukce na betonových pilířích. Výška parapetního nosníku se pohybuje mezi 2,2 m ve středu rozpětí a 4,15 m nad podpěrou. Křivkou horní příruby je řetězovka. Celá konstrukce je navržena tak, že nové sloupy budou umístěny vedle stávajících a má tedy stejné rozpětí jako stávající most. Základním cílem tohoto návrhu je navrhnout nový most co nejnižší jak je to jen konstrukčně možné tak, aby nová struktura nebránila v pohledech na stávající most. Průřez mostu je navržen jako ocelový svařovaný krabicový nosník. Most je navržen bez komplikovaných detailů s velmi dobrými parametry pro údržbu.

Výpočetní model

Výpočetní model konstrukce pro MSÚ a MSP je navržen tak, aby co nejpřesněji vystihoval chování skutečné konstrukce. Model byl vytvořen v programu MIDAS Civil použitím prutových a plošných prvků. Okrajové podmínky jsou vytvořeny tak, aby odpovídaly skutečnému statickému působení konstrukce - tedy použitím pevných a kluzných kloubových podpor. Horní pásnice parapetních nosníků je modelována jako „řetězovka“.

Mezní stav použitelnosti (MSP)

Tato kapitola se zabývá hodnocením průhybu nosné konstrukce vystavené zatížení železniční dopravou. Omezení průhybu je uvažováno dle ČSN EN 1990 - A.1.

$$\text{lim} = L/600 = 73300/600 = 122 \text{ mm}$$

Výsledky studie ukazují na příznivý vliv průběhu horní pásnice parapetních nosníků, která částečně funguje podobně jako lano visutého mostu. Tento příznivý efekt může být prokázán porovnáním výsledků 1D a 2D modelu.

Největší průhyb byl vypočten hodnotou 119 mm, což splňuje podmínky pro omezení průhybu od užitého zatížení $L/600 = 122 \text{ mm}$. Konstrukce je tedy navržena s dostatečnou ohybovou tuhostí.

119 mm < 122 mm --VYHOVUJE!

Stálá zatížení nejsou hodnocena ve smyslu průhybu, jelikož jejich účinek bude eliminován výrobním nadvýšením konstrukce.

Mezní stav únosnosti (MSÚ)

Tato kapitola se zabývá hodnocením velikosti napětí v konstrukci vyvolaných působícím zatížením. Z uvedených obrázků jasně vyplývá, že celková velikost napětí na konstrukci je relativně malá při porovnání s návrhovou mezí kluzu oceli. Rezerva pro účinky zatížení konstrukce teplotními změnami, poklesem podpor a dalšími předběžně nezohledněnými zatíženími je tedy dostatečná. Celková distribuce napětí na konstrukci vykazuje vyhovující odezvu konstrukce na působící zatížení.

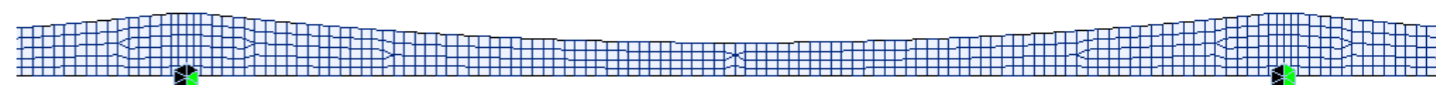
Závěr

Tato zpráva popisuje způsob stanovení základních rozměrů navrhovaného Výtoňského mostu. Základní posouzení mostu bylo provedeno z hlediska jeho vychýlení v důsledku působícího nahodilého zatížení a celkového rozložení napětí. Byl určen základní průřezový rozměr. Analýza mostu ukazuje dobrou odezvu přidané struktury při zachování stávajícího mostu co nejvíce odkrytého. Pro další postup je nezbytná podrobnější analýza na základě tohoto předběžného návrhu.

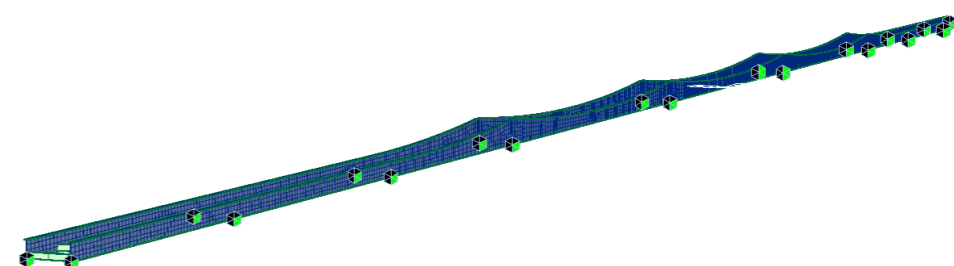
→ Výpočetní model , boční pohled



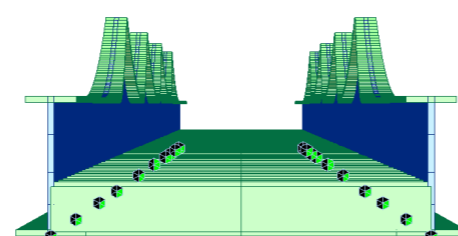
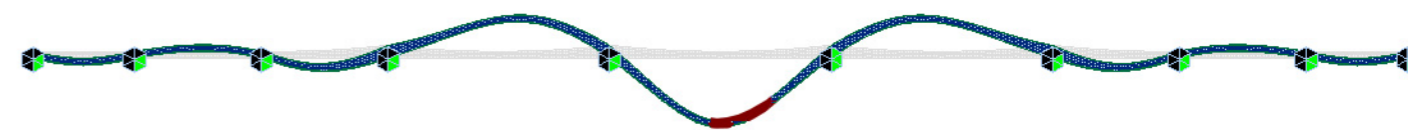
→ Detail nejdělsího pole



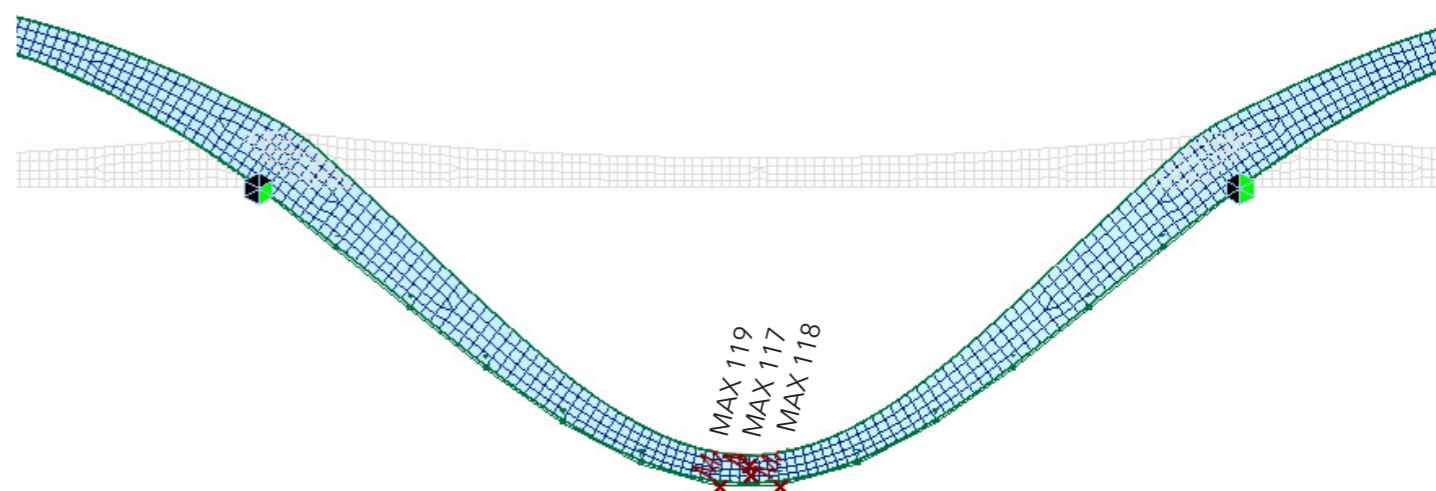
→ Axonometrie modelového posouzení



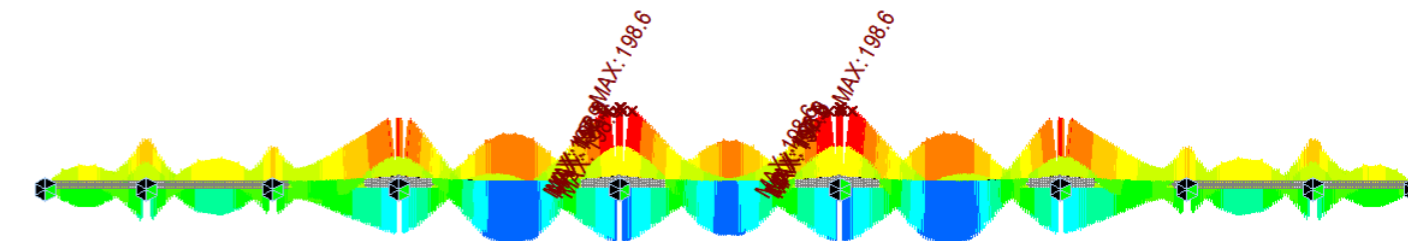
→ Největší průhyb konstrukce od zatížení LM71 činí 119 mm



↑ Výpočetní model

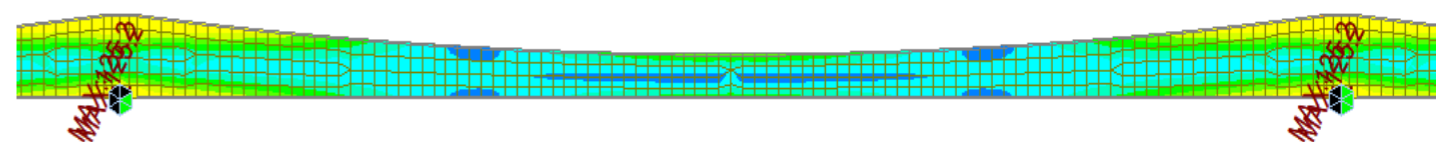


→ Detail středního pole



→ Napjatost v pásnicích parapetních nosníků

→ Napjatost ve stojinách parapetních nosníků



Shrnutí

Navrhované řešení umožní maximální možné zachování památkové hodnoty železničního mostu a jeho okolí. Dojde tak k vybudování nového dopravního uzlu v centru města, který kromě výrazného zvýšení úrovně cestování městskou a příměstskou hromadnou dopravou umožní smysluplné využití historické architektury a doplní ji o současnou, moderní vrstvu.

Kvalitní oprava stávajícího mostu za použití moderních technologií, podle českých předpisů a norem, umožní prodloužení jeho životnosti o minimálně 70 až 80 let. Navržená koncepce řešení umožní výrazné zlepšení kvality navazujícího veřejného prostranství. Zároveň tento přístup umožní zachování minimálně jednokolejného provozu na trati po celou dobu prací.

Předložená studie je podložena statickým a dynamickým posouzením navrhované konstrukce, podrobnou analýzou možností opravy ocelových nýtovaných konstrukcí i návrhem dopravního řešení.

Jedná se o ideovou studii, nyní by bylo vhodné přikročit ke zpracování studie proveditelnosti. Ta následně upřesní náklady, harmonogram a výběr konkrétních technologií.



Železniční most Výtoň

Zadavatel

Adam Scheinherr
náměstek primátora hl. m. Prahy pro oblast dopravy

Autoři

Petr Tej
Marek Kopec
Ian Firth
Andreas Galmarini
Steen Trojaborg
Eugen Brühwiler

Dopravní řešení

Tomáš Cach, Ivan Lejčar

Spolupracovníci

Pavol Ondovčák, Marek Blank, Milan Holý, Jan Mourek,
Oto Melter, Sofie Jürs, Lukáš Beran
Martina Procházková, Kryštof Uhlík

AI PRAHA – Architects and Engineers Prague
WALTGALMARINI, Zurich, Switzerland – waltgalmarini.ch
DISSING+WEITLING architecture, Copenhagen, Denmark – dw.dk
BAUGRUPPE.CZ