



## OHLÉDNUTÍ GENERÁLNÍHO ZHOTOVITELE STAVBY ZA REKONSTRUKCÍ NEGRELLIHO VIADUKTU V PRAZE GENERAL CONTRACTOR'S LOOK BACK AT THE RECONSTRUCTION OF THE NEGRELLI VIADUCT IN PRAGUE

1a

Linda Černá Vydrová

**Negrelliho viadukt, jenž byl uveden do provozu 1. května 1850, patří mezi výjimečné stavby v samotném centru metropole. V příspěvku jsou popsány stavební činnosti, které proběhly v druhé polovině rekonstrukce tohoto unikátního železničního mostu, tj. v letech 2019 až 2020.**

The Negrelli Viaduct, which was put into operation on 1 May 1850, is one of the exceptional buildings in the very centre of the metropolis. This paper describes the construction activities that took place in the second half of the reconstruction of this unique railway bridge, i.e. between 2019 and 2020.

1b



1c



Negrelliho viadukt svými 100 klenbami a několika mostními konstrukcemi, přičemž u jedné z nich byl při rekonstrukci v polovině padesátých let 20. století uplatněn předpjatý beton, převádí železniční provoz mezi Masarykovým nádražím, resp. nádražím Praha-Libeň na pravém břehu Vltavy a nádražím Praha-Bubny na břehu levém. Prochází hustou městskou zástavbou na rozhraní Nového Města a Karlína, překlenuje dvě ramena Vltavy a pět silničních komunikací. Při velkých povodních v roce 2002 byl jedním ze čtyř mostů přes Vltavu v Praze, na kterých nebyl přerušen provoz. Po těchto povodních se navíc stal nedílnou součástí protipovodňové ochrany v Karlíně i v Holešovicích, neboť jsou v jeho mostních pilířích na obou stranách Vltavy zabudovány konstrukce, do kterých se v případě potřeby osadí mobilní protipovodňové bariéry.

Rekonstrukce celého viaduktu v délce 1 413 m byla prováděna v úzké spolupráci s památkáři, neboť je most státní nemovitou kulturní památkou. Předkládaný příspěvek volně navazuje na článek Rekonstrukce Negrelliho

<b>Investor</b>	Správa železnic, s. o.
<b>Zhotovitel stavby</b>	sdužení Negrelliho viadukt (Hochtief CZ, a. s. (vedoucí sdužení), Strabag Rail, a. s., Avers, spol. s r. o.)
<b>Trvání výluky</b>	4. července 2017 – 1. června 2020

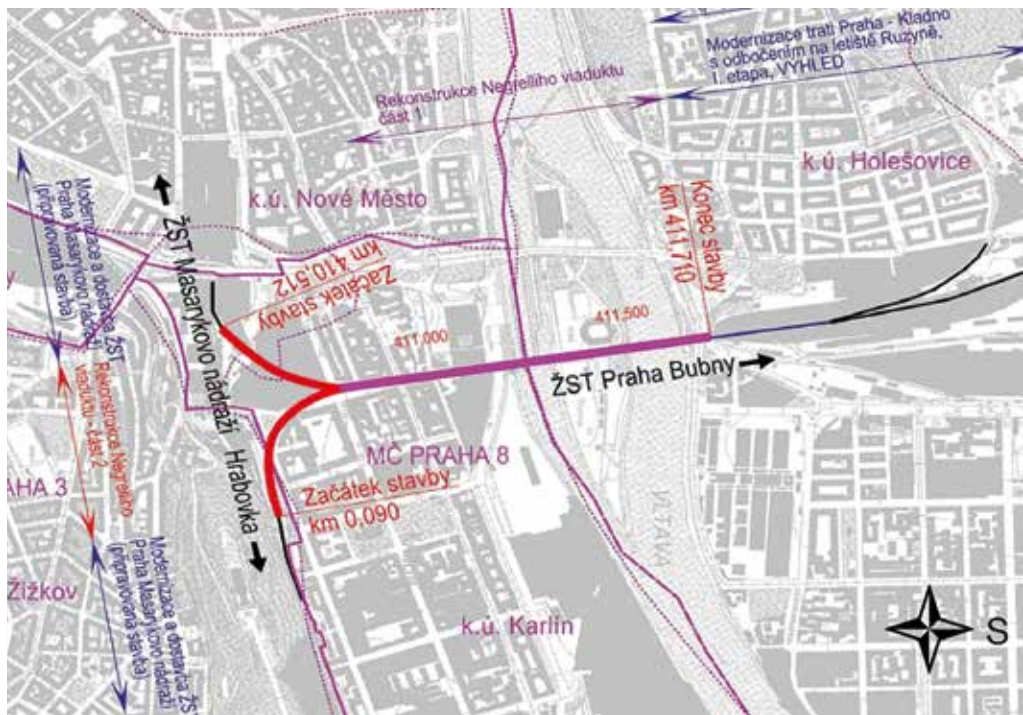


viaduktu v Praze, uvedený v Betonu TKS 4/2018, kde je podrobněji představena historie výstavby, geologické a geotechnické podmínky, tektonické poměry, popis a cíl rekonstrukce, popis betonů pro roznášecí desku a římsy, demolice mostu přes Křížkovu ulici a stav rekonstrukce k 19. červenci 2018.

## Rok 2019, resp. třetí rok rekonstrukce

V roce 2019, tedy ve třetím roce stavební činnosti, se rekonstrukce Negrelliho viaduktu posunula do druhé poloviny. Hned z kraje roku bylo rozhodnuto o prodloužení doby výstavby o deset měsíců vzhledem ke skutečně zastíženému nevyhovujícímu stavu některých konstrukcí. Na základě vyhodnocení diagnostického průzkumu bylo zbouráno devatenáct kleneb oproti dvanácti, což předpokládala projektová dokumentace.

První z mimořádných prací roku 2019 bylo umístění nové ocelové konstrukce přes ulici Prvního pluku (obr. 3). Na rozdíl od původního mostu je nový most pouze jednokolejný. Konstrukčně sestává nový most, jehož výrazným rysem je šikmost (45,21°), ze dvou příhradových nosníků s parabolickým horním pásem a mostovkou se šterkovým ložem. Hmotnost konstrukce s rozpětím 34,8 m činí 169 t. Oproti způsobu navrhovanému projektem byla technologie montáže zásadně změněna poté, co byla při vytyčování inženýrských sítí zjištěna v prostoru pro umístění montážního jeřábu a bábek Pižmo přítomnost historické cihelné kanalizační stoky a vodovodního řádu. Jednotlivé díly



2

konstrukce byly dovezeny z výrobní dílny na stavbu, kde v prostoru parkoviště autobusového nádraží Florenc proběhla předmontáž nové ocelové konstrukce v jeden celek a její ošetření protikorozním ochranným nátěrem. Samotné náročné ukládání mostu na kalotová ložiska bylo ještě komplikováno provozem na autobusovém nádraží, který nesměl být přerušen. Manipulace s takto těžkým břemenem si vyžádala výrobu dvou pomocných provizorních konstrukcí. Aby bylo možné most zavěsit na jeřáb, byla potřeba vyrobít speciální vahadlovou konstrukci, která zajistila rovnoměrné rozdělení hmotnosti ocelové konstrukce na všechna čtyři nosná lana.

1 a) 26. května 2020 – jedna z posledních prohlídek před ukončením výluky a předáním dokončeného díla zadavateli, b) viadukt byl rekonstruován v celé své délce, tj. 1 413 m, a opraveno bylo všech 100 kleneb, c) při rozebírání kleneb a jejich opětovné výstavbě byl v maximální možné míře kladen důraz na užití materiálů vhodných kamenů; o vhodnosti bylo rozhodováno doplňkovým průzkumem 2 Situace 3 a), b) Ocelová konstrukce přes ulici Prvního pluku, hmotnost konstrukce s rozpětím 34,8 m činí 169 t

1 a) 26 May 2020 – one of the last inspections before the end of the lockout and handover of the completed work to the investor, b) the viaduct was reconstructed in its entire length, i.e. 1 413 m, and all 100 arches were repaired, c) during the dismantling of the arches and their re-construction, emphasis was placed as much as possible on the use of suitable material stones; the suitability was decided by a supplementary survey 2 Situation 3 a), b) Steel structure over the Prvního pluku Street, the weight of the structure with span of 34.8 m is 169 t

3a



3b



Prostoru autobusového nádraží se ještě významněji než výše zmíněné ukládání nové mostní konstrukce dotkla změna v technologickém způsobu sanace zdejších kleneb vycházející z provedené diagnostiky. Oproti předpokládané demolicí tří kleneb stavebního objektu 14-06, rozdělujícího autobusové nádraží na horní a spodní (obr. 4), bylo rozhodnuto o demolicí celkem sedmi cihelných oblouků. V průběhu roku tak byly klenby včetně čtyř pilířů rozebrány a vystavěny nové, a to za plného provozu autobusového nádraží v koordinaci s dispečinkem, aby kromě plynulosti provozu byla zajištěna i bezpečnost cestujících. Na podzim roku 2019 byly ruby kleneb zasypány mezerovitým betonem a proběhla betonáž posledních roznášecích desek včetně říms, následovaná brokováním povrchu roznášecích desek a aplikací pásů asfaltové izolace s pevnou ochranou z litého asfaltu.

Navazujícím objektem byl stavební objekt 14-05, kde bylo v roce 2019 provedeno vybetonování nové mostovky včetně říms. Koncem roku došlo k zasypání přechodové oblasti mezerovitým betonem a šterkem s následným zhotovením ochranných vrstev izolace litým asfaltem. V roce 2020 byly na oba výše zmíněné stavební objekty položeny antivibrační rohože a namontováno zábradlí.

Milníkem třetího roku rekonstrukce bylo v letních měsících osazení sedmi ocelových nosníků o hmotnostech 15,3 až 21,4 t tvořících budoucí nosnou konstrukci mostu přes Křížkovu ulici (obr. 5). Nosná konstrukce mostu byla navržena jako otevřený železobetonový polorám o jednom poli s příčlím vylehčenou ocelovými spráženými nosníky. Před ukládkou nosníků bylo provedeno robustní zpevnění podzákladí projektovaných opěr sestávající z kombinovaných

4 Rekonstrukce se významně dotkla také provozu autobusového nádraží na Florenci: a) oproti předpokládané demolicí tří kleneb bylo rozhodnuto o demolicí celkem sedmi oblouků, b) práce probíhaly za plného provozu autobusového nádraží, c) vlevo – odbočka na Masarykovo nádraží, vpravo – odbočka Hrabovka 5 Nový most přes Křížkovu ulici: a) před osazením, b) dvě ocelové konstrukce tvořící nosnou konstrukci byly usazeny za pomoci jeřábu o víkendu 13. a 14. července 2019, c) hmotnost ocelových nosníků je 15,3 a 21,4 t, d), e) vyvážaná výztuž a betonáž konstrukce, f) železniční těleso na mostě po dokončení

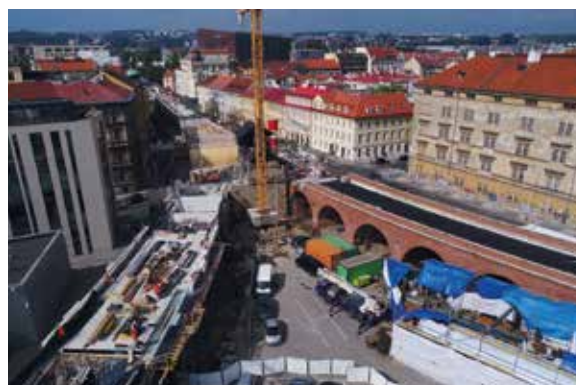
4 The reconstruction also significantly affected the operation of the Florence bus terminal: a) compared to the expected demolition of three arches, it was decided to demolish a total of seven arches, b) the work was carried out while the bus station was in full operation, c) on the left – junction to Masaryk station, on the right – junction Hrabovka 5 The new bridge over Křížkova Street: a) before setting, b) the two steel structures forming the superstructure were settled with the help of a crane on the weekend of 13 and 14 July 2019, c) the weight of the steel girders is 15.3 and 21.4 t, d), e) the reinforcement and concreting of the structure, f) the railway body on the bridge after completion



4a



4b



4c



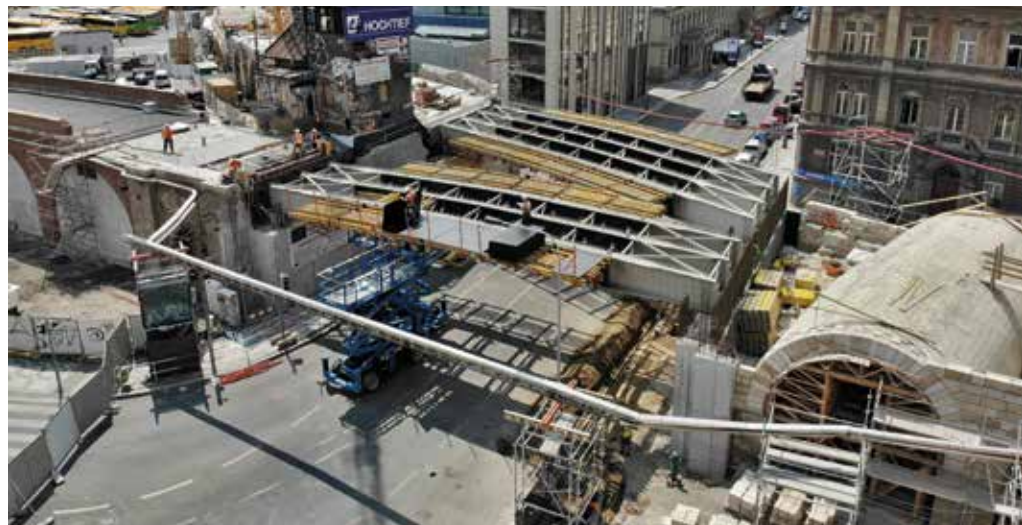
prvků hlubinného založení tvořených sloupy tryskové injektáže vyztuženými ocelovými trubními mikropilotaми vetknutými do nových železobetonových základových pasů. Na nové masivní monolitické železobetonové opěry se šikmými krátkými křídly byly osazeny nejprve první tři nosníky pravého mostu. V dalším dni byly osazeny zbývající čtyři nosníky levého mostu. Užití netypického počtu třech nosníků na pravém mostu bylo indukováno vedením koleje v přechodnici při současném zachování stávajícího půdorysného rozměru mostu směrem ke Karlínu. Na nosníky bylo následně zavěšeno bednění, které zároveň tvořilo ochrannou konstrukci vozovky se třemi jízdními pruhy a oboustranným chodníkem pod mostem. Dále byla vyvázána výztuž a provedena betonáž konstrukce, která se skládá ze spřažené mostovky ve vylehčené části příčle a z plného rámového rohu, který zmonolitnil ocelovou část se spodní stavbou desky. Nakonec byly vybetonovány římsy a osazeny mostní závěry. Mostovka byla zaizolována asfaltovými natavovanými pásy a ochráněna vrstvou litého asfaltu včetně položení antivibračních rohoží. Architektonické řešení počítá s obkladem betonových opěr ze strojně řezaného pískovce shodného s pískovcem ostatních objektů. Pro sledování deformací jsou do kamenného obkladu každého dřívku osazeny z vnější strany tři výškové geodetické značky.

Na základě podkladů z provedené diagnostiky stavu rubu klenb byly nad rámec zadávací projektové dokumentace na sousedním stavebním objektu zbourány dvě betonové klenby z padesátých let 20. století do horní úrovně kamenných pilířů. Rozhodnutí o jejich demolici vycházelo zejména ze zjištěné kvality betonu, který byl místy velmi nesoudržný a nevykazoval materiálové vlastnosti pro bezpečné spolupůsobení se zbytkem průřezu klenby. S Národním památkovým ústavem bylo projednáno nahrazení betonu pískovcovým kamenem a nové klenby tak byly vyzděny z původního materiálu. Kvůli složitému tvaru klenb (klenba 22 je dvakrát zalomená s proměnnou světlostí, klenba 23 jednou) si nechal dodavatel připravit



5a

5b



5c

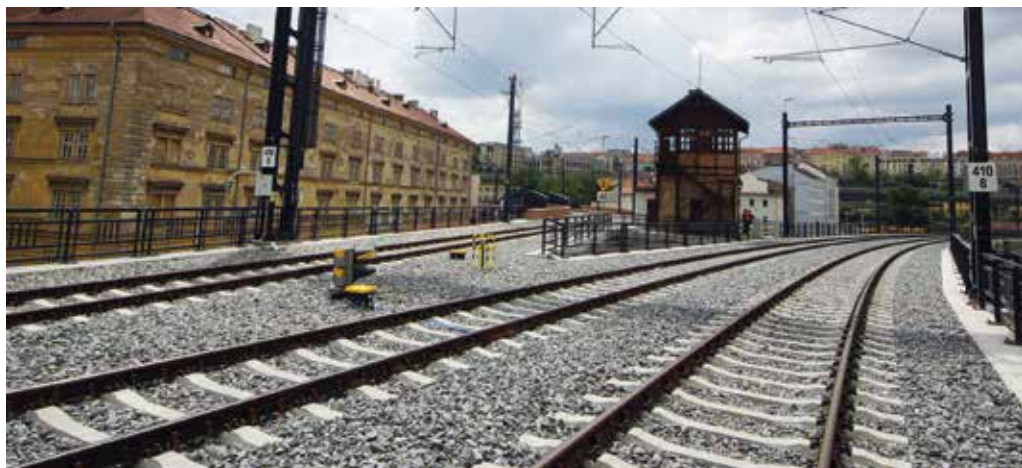


5f

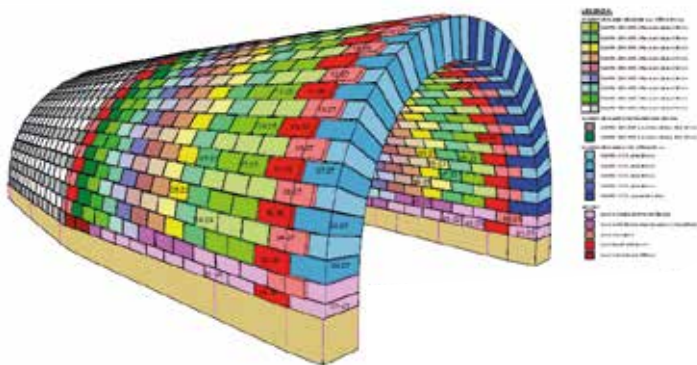


5d

5e







6a



6b

7



**6** Klenba 22: a) kvůli složitému tvaru kleneb byl připraven 3D model, ze kterého se vycházelo při výrobě jednotlivých kamenů i při výrobě dřevěných ramenátů podpěrné skruže, b) po dokončení **7** O vybudování nové betonové klenby 50 bylo rozhodnuto až v průběhu rekonstrukce po provedení podrobné diagnostiky **8** Těžký římsový vozík pro ukládku kamenů na mostech přes Vltavu **9** a) Most přes sportovní kanál a plavební komoru, b) navazující oblouky na ostrově Štvanice, c) po dokončení **6** Vault 22: a) due to the complex shape of the vaults, a 3D model was prepared, which was used as a basis for the production of the individual stones as well as for the production of the wooden shaft rings of the supporting frame, b) after completion **7** The decision to build a new concrete vault 50 was made only during the reconstruction after a detailed diagnostic **8** Heavy forming wagon for stacking stones on bridges over the Vltava River **9** a) Bridge over the sports canal and lock, b) adjoined arches on the Štvanice Island, c) after completion

3D model, ze kterého se vycházelo při výrobě jednotlivých kamenů i při výrobě dřevěných ramenátů podpěrné skruže (obr. 6). Každý kámen byl vyroben na míru podle výrobně technické dokumentace, zvláštní pozornost byla věnována rozměrům nepravidelných klenáků. Samotné zdění probíhalo symetricky střídavě levá–pravá. Celkem bylo na stavebním objektu 14-08 mezi ulicemi Křížkova a Sokolovská zbouráno a znovu postaveno pět kleneb, z toho dvě výše uvedené betonové a tři cihelné s pískovcovými lícovými zdmi.

Skutečnou výzvou byla demolice betonové klenby nad rámec zadání v blízkosti Rohanského nábřeží, kde je viadukt obklopen hustou zástavbou, a následná výstavba betonové klenby

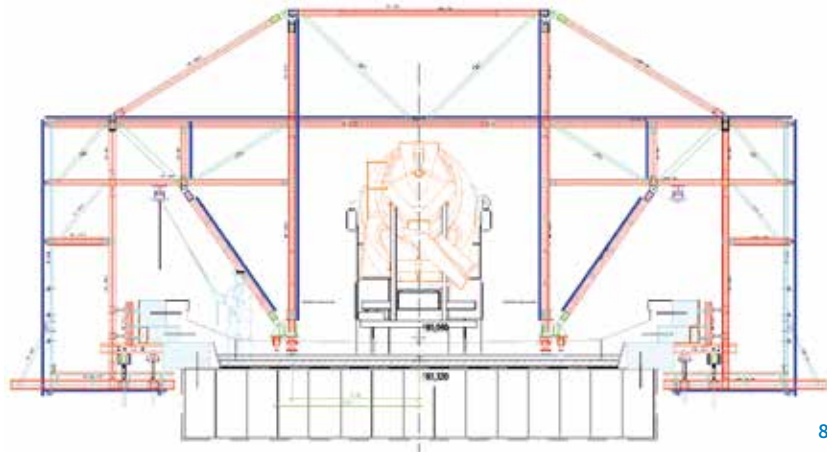
nové (obr. 7). Potřeba demolice původní konstrukce betonové klenby 50 vystala v průběhu provádění podrobné diagnostiky stavu konstrukce v rámci doplňkového stavebně technického průzkumu a na základě vyhodnocení vlastností betonu z odebraných vzorků. Po odstranění omítek na podhledu klenby byl vizuálně zjištěn velmi špatný stav betonu konstrukce, kaverny a hloubkově neprobetonovaná hnízda, obnažená a značně oslabená výztuž, která navíc neodpovídala předpokladům archivní dokumentace. Na základě pevnostních zkoušek betonu byl proveden statický přepočítat zatížitelnosti klenby s nevyhovujícím výsledkem. Jako jediné možné řešení zjištěného stavu byla shledána

demolice klenby a výstavba klenby nové. Vlastní demolici předcházely přípravné práce, kdy bylo nutné vymístit a přeložit oboustranně kabelová vedení mimo prostor budoucí výstavby. Po pravé straně se jednalo o kabel vysokého napětí 22 kV ve správě PRE-distribuce, vlevo šlo o optický sdělovací kabel. Dále bylo provedeno zabezpečení konstrukcí sousedních kleneb sepnutím výplňových a spádových betonů s vlastní klenbovou konstrukcí pomocí táhel a převázek tak, aby po odstranění vnitřní konstrukce klenby 50 nedošlo k porušení jejich stability. Změna projektu stavby byla projednána s orgány památkové péče. Před dokončením a betonáží nové konstrukce klenby byly do určených průřezů osazeny tenzometry pro sledování napětí v konstrukci včetně vyvedení kabeláže do sledovací ústředny.

U obou mostů přes Vltavu pokračovaly práce na přezdívaní vrchních čtyř řad kamenů průčelních zdí zároveň s jejich vysunutím směrem ven kvůli nutnosti rozšíření mostovky. Tyto práce byly prováděny pomocí podpůrné konstrukce pojíždějící po podkladním betonu pod budoucí roznášecí deskou mostovky. Po odstranění kamenného zábradlí a vyčištění spáry na úroveň dle projektu byla položena první řada kamenů s využitím pomocné pracovní lávky. Těžiště kamene bylo na mostě a pro zajištění bezpečnosti byl kámen kotven pomocí svislých nerezových trnů. Pro ukládku kamene druhé a třetí řady a pro následné zmonolitnění římsy byl použit těžký římsový vozík společnosti Ulma (systém Meccano) (obr. 8). Vozík umožňoval betonáž římsy v délce 12 m, a to symetricky

po obou stranách zároveň. Po mostě se pohyboval po kolejnicích, které musely být polohově srovnány vůči ose mostu a výškově vůči první řadě kamenů. Kameny byly opatřeny dodatečně vlepanými spřahujícími nerezovými trny z žebírkové výztuže. Větší část kamenů spodní řady byla na rozdíl od projektové dokumentace nalezena kratší, než by bylo potřebné pro jejich vysunutí před boční líc mostu, a proto byly nahrazeny novými žulovými.

Abyste při betonáži nedošlo k popraskání spár mezi kameny, musely být deformace římsového vozíku naprosto minimální. Z toho důvodu bylo nutné vozík opřít o konzoly kotvené do poprsných zdí. Kameny o hmotnosti 0,8 až 2,5 t byly po mostě k římsovému vozíku dopravovány pomocí manipulátoru, další manipulace a ukládka kamenů do bednění byla prováděna ručně pomocí důmyslného systému kladek a zvedáků, kterými byl vozík vybaven. Samotná betonáž byla realizována betonpumpou umístěnou na ostrově Štvanice pomocí kolony betonářských rour celkové délky přibližně 100 m (obr. 9b, 9c).



8

Na ostatních klenbových konstrukcích byly práce zaměřeny zejména na úpravu rubu kleneb a průčelních zdí pro stříkanou pojistnou izolaci, aplikaci stříkané bezešvé izolace společností Statika Sanace (systém Eliminator), osazování příčné drenáže nad pilíři a svodů odvodnění roznášecí desky a následné vyplnění rubu kleneb mezerovitým betonem. Mezerovitý beton byl ukládán a mírně hutněn po vrstvách o maximální tloušťce 300 mm tak, aby nebyla znemožněna

jeho drenážní funkce. Následně byla uložena vrstva podkladního betonu, provedena betonáž samotné roznášecí desky a pomocí římsových vozíků betonáž monolitických říms. Viditelné plochy desky betonové mostovky a říms byly prováděny v pohledové kvalitě. Pro spodní svislou pohledovou plochu římsy byla do bednění používána matrice, která imituje povrch pemrlovaného kamene.

Na většině mostů byla na železobetonovou desku položena hydroizolace

9a



9b



9c



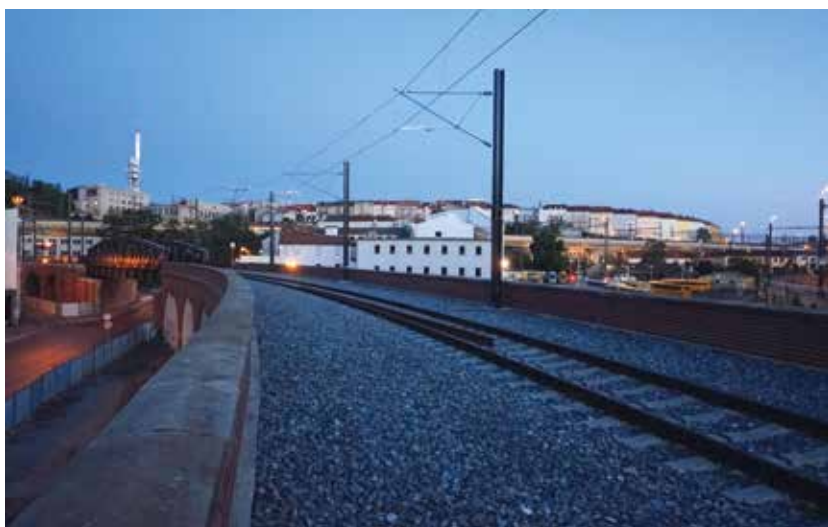




10



11



12

**10** Celý viadukt je spolu s hradlem čp. 249 zapsán na Ústředním seznamu nemovitých kulturních památek ČR **11** Pohled z mostu přes Křížkovu ulici směrem k Hudebnímu divadlu Karlín **12** Odbočka Hrabovka s ocelovým mostem přes ulici Prvního pluku

**10** The whole viaduct together with the signal box No. 249 is registered in the Central List of Immovable Cultural Heritage of the Czech Republic **11** View from the bridge across the Křížkova Street towards the Karlín Musical Theatre **12** Junction Hrabovka with the steel bridge over the Prvního pluku Street

ze zdvojených asfaltových natavovacích pásů s následnou ochrannou vrstvou z litého asfaltu a antivibrační rohože z přírodního kaučuku. V říjnu 2019 bylo zahájeno sypání štěrku a pokládka kolejí v úseku Bubny–Hrabovka, souběžně probíhaly betonářské práce na odbočné větvi ve směru na Masarykovo nádraží, aby byl včas připraven kolejový žlab i v této části viaduktu.

V roce 2019 byla zahájena i rekonstrukce hradla a také instalace ocelového zábradlí, které je jedním ze sjednocujících architektonických prvků. Vzor zábradlí byl navržen a schválen speciálně pro rekonstrukci Negrelliho viaduktu a je moderní verzí původního typu ocelového zábradlí z roku 1936.

### Čtvrtý rok rekonstrukce

Rok 2020 byl ve znamení dokončení štěrkového lože a pokládky kolejí v celém úseku. Bylo osazeno trakční vedení, do kolejiště byly umístěny nové moderní výhybky a bylo nainstalováno zabezpečovací a sdělovací zařízení. Všechny práce byly prováděny s maximálním možným nasazením tak, aby byl dodržen smluvní termín ukončení výluky.

### Závěr

Přes veškeré komplikace způsobené zejména polohou stavby v centru hlavního města, různými přeložkami sítí, uzavírkami a výlukami proběhlo ukončení nepřetržité výluky, která začala 4. července 2017 a byla smluvně zakotvena do 30. června 2020, s měsíčním předstihem. Dokončení stavebních prací, včetně ochranných nátěrů zdiva, stavebních úprav komunikací a povrchu v okolí Negrelliho viaduktu či zpětného přesunutí autobusových stání na nádraží Florenc, bylo dále prováděno do konce roku 2020.

Fotografie: 1, 2, 3b, 4a, 4c, 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 6a, 7, 8, 9a, 9b – archiv společnosti Hochtief, 1b, 1c, 3a, 4b, 5f, 10, 11, 12 – Libor Mařík, 6b, 9c – David Prause (archiv společnosti Hochtief)



Ing. Linda Černá Vydrová, Ph.D.  
Hochtief CZ, a. s.  
divize Dopravní stavby  
linda.cernavydrova@hochtief.cz