

ZAKLÁDÁNÍ

časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

3/2018

ročník XXX

**TÉMA ČÍSLA:
REKONSTRUKCE NEGRELLIHO
VIADUKTU**

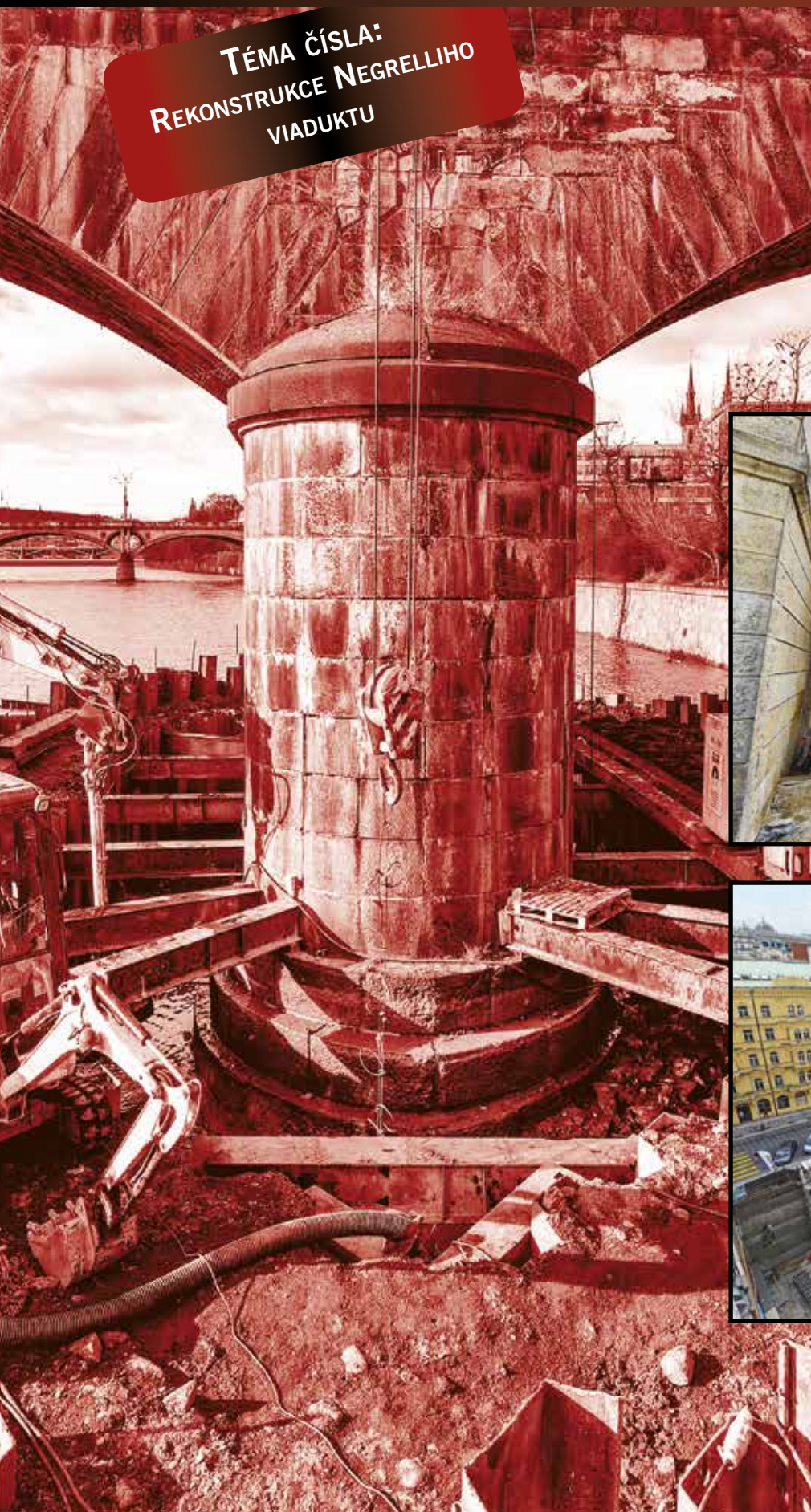
■ REKONSTRUKCE NEGRELLIHO VIADUKTU:

OD VÝSTAVBY VIADUKTU
AŽ PO JEHO REKONSTRUKCI

KOMPLEXNÍ PROJEKTOVÉ ŘEŠENÍ

PRÁCE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ

■ ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY PRO DŮM NA VÁCLAVSKÉM NÁMĚSTÍ 47





OBSAH

Časopis ZAKLÁDÁNÍ

vydává:

Zakládání staveb, a. s.

K Jezu 1, P. S. 21

143 01 Praha 4 - Modřany

tel.: 244 004 111

fax: 241 773 713

E-mail: propagace@zakladani.cz<http://www.zakladani.cz><http://www.zakladani.com>

Redakční rada:

vedoucí redakční rady:

Ing. Libor Štěrba

členové redakční rady:

RNDr. Ivan Beneš

Ing. Martin Čejka

Ing. Jan Masopust, CSc.

Ing. Jiří Mühl

Ing. Petr Nosek

Ing. Michael Remeš

Ing. Jan Šperger

Redakce:

Ing. Libor Štěrba

Jazyková korektura:

Mgr. Antonín Gottwald

Foto na titulní straně:

k článku na str. 14, foto Libor Štěrba

Překlady anotací:

RNDr. Ivan Beneš, autoři

Design & Layout:

Ing. Jan Bradovka a Jan Kadoun

Tisk:

H.R.G. spol. s r.o.

Ročník XXX

3/2018

Vyšlo 14. 11. 2018

MK ČR 7986, ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2018 je cena časopisu 90 Kč.

Roční předplatné 360 Kč vč. DPH,
balného a poštovného.

Objednávky předplatného:

SEND Předplatné spol. s r.o.

Ve Žlábku 1800/77

193 00 Praha 9 Horní Počernice

tel.: 225 985 225

E-mail: send@send.cz<http://www.send.cz/>

Podávání novinových zásilek

povolila PNS pod č.j. 6421/98

SERIÁL

Historie speciálního zakládání staveb – 21. část

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

2

TEORIE A PRAXE

Jaký mají piloty skutečný tvar?

S použitím článku Extracted ACIP Piles for the New Harbor Bridge Project
z časopisu Deep Foundations Sept/Oct 2018 napsal

RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.

6

AKTUALITY

Společnost Zakládání staveb, a. s., získala titul Stavební firma roku 2017

(red)

8

OBČANSKÉ STAVBY

Zajištění stavební jámy pro novostavbu polyfunkčního objektu
na nároží Václavského náměstí 47 a Opletalovy ulice v Praze

Ing. Miroslav Dušek, FG Consult, s. r. o.

9

Průběh zajištění stavební jámy a založení objektu

Ing. Petr Lacourt, Zakládání Group, a. s.

13

DOPRAVNÍ STAVBY

Téma čísla: Rekonstrukce Negrelliho viaduktu

Ing. Linda Černá Vydrová, Ph.D., Hochtief CZ, a. s., katedra geotechniky FSv ČVUT

14

Historická procházka po Praze v době před a po výstavbě Negrelliho viaduktu

Mgr. Martin Vyšohlíd, Archaia Praha z. ú.

17

Komplexní projektové řešení rekonstrukce Negrelliho viaduktu

Ing. Tomáš Martinek, SUDOP Praha, a. s.

19

Práce speciálního zakládání na rekonstrukci Negrelliho viaduktu

Ing. Linda Černá Vydrová, Ph.D., Hochtief CZ, a. s., katedra geotechniky FSv ČVUT
Ing. Michael Remeš, Zakládání staveb, a. s.

26

HISTORIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB – 21. ČÁST

V této části sledujeme dále vývoj v činnostech zlepšování základových půd, nejprve ještě ve třídě bez přidávání příměsí, a to při konsolidaci soudržných zemin. Jedná se o metody vytlačení a odvedení vody technologiemi vertikálních drenů a vakuování. Dále se pak soustředíme na metody ve třídě zlepšování zemin s pomocí příměsí. Jde v nich povětšinou o technologie ražení s bočním roztlačováním zemin a se zřizováním výplně ze štěrkového materiálu.

Urychlení konsolidace v soudržných zeminách geodrény (soubor B.2)*

U soudržných zemin došlo k zásadnímu pokroku ve zlepšování teprve od roku 1923. Vedla k němu **teorie konsolidace**, již tehdy ustavil ve svém zkoumání geotechniky prof. Karl Terzaghi (5. část seriálu). Upozornil na podstatný vliv **primární konsolidace**, při níž v důsledku zatížení dochází k odfiltrování vody z pórů struktury zeminy, a tedy k jejímu celkovému stlačení. K tomu se brzy přidružily další výzkumy a zejména závěry, že sekundární konsolidace dotvarováním pevných částic zemin není mnohdy ve svých naměřených hodnotách natolik důležitá. Urychlení procesu konsolidace bylo podle toho možno dosáhnout vertikální **hlubinnou drenáží**. Znamenalo to zajistit v hloubce zeminy co nejkratší horizontální cesty filtrace ke snadnému vyvedení vytlačované vody svislými drény směrem na povrch.

Praktický rozvoj těchto myšlenek se začal uplatňovat od konce 20. let minulého století, kdy se začaly v USA používat na velkých dopravních projektech **svislé pískové drény**, odvozené z technologie předražných pilot. Vynalezl je a patentoval v roce 1925 kalifornský inženýr Daniel E. Moran, spolupracovník R. R. Proctora. Byly od počátku zhotovovány

s výplní z hrubého písku do zaražené dočasné výpažnice o průměru cca 30 až 60 cm, se ztracenou botkou. Prvně byly použity pro výstavbu komunikace k sanfranciskému mostu Golden Gate v pobřežních náplavech. Tehdy ovšem s originálním předpokladem smíšeného vlivu jak drenážní, tak i konsolidační funkce. Od roku 1934 se pak již s výlučným zaměřením na drenážní chování široce uplatňovaly na mnoha amerických dálničních projektech. S tímto cílem byl předtím v USA proveden podrobný výzkum, jehož výsledkem byla i technologická doporučení na omezení prohnětení a roztlačení přilehlých stěn vrtu při instalaci.

Na počátku 50. let se tato metoda rozšířila do celého světa. Byla hromadně využívána zejména u nově nasypávaných rozsáhlých pobřežních území poválečné výstavby v Nizozemí a hlavně v Japonsku pro konsolidaci podzákladí ze sedimentů na mořském dně.

Japonci převzali z Kalifornie princip předražné výpažnice, přičemž ale uplatnili svůj poválečný technický náskok v zavedení silných vertikálních vibrátorů (1. část seriálu) a jednoznačně vsadili na technologii **vibračního ražení**. Taková metoda byla například nasazena v obrovském rozsahu na konci 80. let i pro výstavbu mezinárodního letiště Kansai na umělém ostrově u japonského města Ósaka (obr. 1).

Tento případ také ukazuje, jak bylo a stále je někdy obtížné, až výslovně nemožné, vyřešit všechny nástrahy základové půdy i při

veškerém možném průzkumu a výzkumu.

Příroda skutečně vydává svá tajemství jen postupně. Na projektu Kansai bylo provedeno na mořském dně 30 m pod hladinou celkem 2 milióny pískových drenů do hloubky 20 m podzákladí z pleistocenních jílu. Násyp vlastního ostrova byl 34 m vysoký a předpoklad celkového sedání byl původně stanoven na 8 m. V roce 2016 však dosáhlo maximální sedání již 16 m, takže občas musí být plocha letiště navyšována dalším násypem a sloupy letištních budov jsou přizvedávány hydraulickými lisy. Sedání stále pokračuje a jeho trvání se odhaduje na další desítky let.

V některých jiných zemích, a to zejména v Nizozemsku, byl ovšem již koncem 50. let technologický účín raženého otvoru pro pískové drény vyhodnocen podle různě odlišných geotechnických podmínek jako principiálně nepříznivý. Roztlačení a prohnětení stěn mohlo omezit hlavní drenážní funkci, a proto začala být dáována přednost technologii **vodního vplachování** (obr. 2).

Ani tento způsob však nebyl v určitých podmínkách spolehlivý a někde docházelo k poruchám se zavalováním vrtu a k přerušování průběhu drenu. Proto byl uvítán pokrok



Obr. 1: Jedna z flotily několika obřích plovoucích souprav s baterií vibračně zaražených ocelových výpažnic se ztracenou botkou, použitých koncem 80. let 20. stol. na projektu letiště Kansai u japonské Ósaky. Pískové drény o průměru 40 cm byly zřizovány do hloubky 20 m pod mořské dno při hloubce vody 30 m. (Wakachiki)



Obr. 2: Instalační vrt pro pískový dren zhotovený vplachováním v roce 1955 na stavbě komplexu námořních bariér pro ochranu vnitrozemí v Nizozemsku. Výplň pískem byla prováděna ručně z předem připravených hromad materiálu (XI. ICSMFE, 1985).



Obr. 3: Těžká vibrační souprava Fundex F30 pro instalaci geodrenů do hloubek desítek metrů v 90. letech 20. stol. (Soletanche)

Označujeme zatřídění metod stejně jako ve 20. části seriálu dle tabulky obr. 1.

ve zcela alternativní metodě **páskových prefabrikovaných drénů**. Ta byla sice vynalezena švédským inženýrem **Walterem Kjellmanem** již v roce 1937, ale zpočátku trpěla dětskými nemocemi kvůli nedostatečně kvalitnímu materiálu drénů. Nejprve ovšem experimentoval W. Kjellman s křehkým filtračním papírem na kartonové kostře, a to jen do hloubky 5 m. Tyto drény však měly výhodu podstatně menšího průřezu, a proto i mnohem snazší instalace. V poválečné době se jeho výtečný nápad rychle ujal šířeji a vznikaly podle něj různé typy stále kvalitnějších páskových drénů i výkonnější způsoby technologické instalace. Rozměr průřezu vlastního pásu se všeobecně ustálil na zhruba 100x5 mm. Od sedmdesátých let již bylo na trhu kolem 50 druhů těchto drénů, přičemž se začaly prosazovat zejména konstrukce z trvanlivých plastů. Vžil se pro ně také nový kratší název **geodrény**. Pro jejich instalaci postupně převládla technologie **vibračního vhnění** pomocí duté záražecí ocelové jehly. Ta již byla na konci století schopna zavléci filtrační pásy odvíjené z bubnů do hloubek 50 m, a to při velmi vysoké produktivitě cca 2500 m osazených drénů za den (obr. 3).

U nás se začaly svislé drény používat vzhledem k přírodním podmínkám relativně pozdě a omezeněji než v jiných zemích. Zhruba od poloviny 90. let byla v tuzemsku také občasně nasazována souprava firmy DS Holding vlastní výroby pro hydraulické zatlačování páskových drénů. Měla však omezenou kapacitu instalace jen do hloubky cca 6 m. První rozsáhlejší a hlubší využití bylo až v roce 1999 na úseku pro dálnici D1 u Přáslavic. Prováděly se tam však konvenčně vrtané pískové drény o průměru 40 cm do hloubky kolem 10 m.

Využití vakua (soubor B.3-4)

Další významnou inovaci metod konsolidace zemin přinesl v roce 1947 opět W. Kjellman, když uskutečnil první terénní pokus s **vakuo-vou konsolidací**. Prokázal, že při zakrytí terénní plochy s výstupy geodrénů vzduchotěsnou geomembránou lze v tomto uzavřeném prostoru účinně vytvořit podtlak a významně tak zvýšit funkci odvodňování z vertikálních drénů. Bylo to možno kombinovat i s předtížením násypem a tím účinek zvýšit a stavbu zrychlit. Anebo potřebu násypu zcela vyloučit a získat tím výrazné prováděcí úspory. Tato metoda a její různé variace s dalšími technologickými systémy konsolidačních úprav se pak velmi úspěšně rozšířily po celém světě a vřadily se do trvalé technologické výbavy metod speciálního zakládání (obr. 4).

Zlepšování s příměsemi (Třída C)

Do této třídy jsou zařazovány rozmanité soubory metod s technologiemi zřizování sloupů



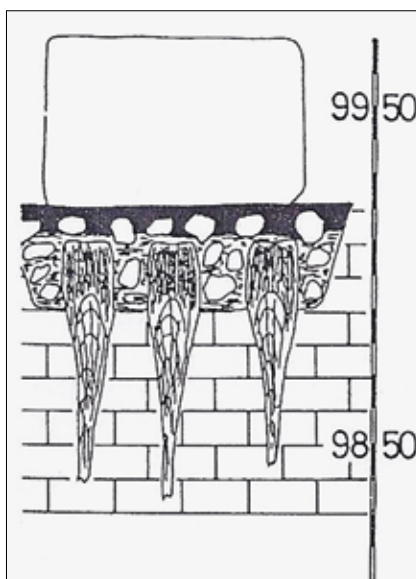
Obr. 4: Vakuová konsolidace na stavbě kontejnerového terminálu Gemalink na řece Cai Mep v jižním Vietnamu v roce 2010. Zlepšení vlastností měkkých jílu na ploše 600x60 m do hloubky 36 m prováděla firma Ménard (Ménard Group).

či pilířů z materiálů, které nahrazují původní zeminu v místě vytvářeného vertikálního otvoru po jejím roztlačení s bočním přemístěním (displacement method). U těchto metod lze vysledovat souvislou historickou linku až do vzdálené minulosti. A teprve poměrně nedávno se od nich vývojově odštěpily novější soubory metod, které jsou označovány jako samostatná disciplína tuhých inkluzí s dominující vazbou na technologie injektáží (19. část seriálu).

Pískové zhuťňovací piloty (soubor C.3)

Samotná myšlenka, využít pro zlepšení velmi měkké základové půdy jejího bočního roztlačení při současné náhradě jiným lepším materiálem, je velmi stará. Její stopa byla například zachycena v římském období starověku v bažinatých oblastech jižní Francie. Do měkkých jílu zde byly napěchovány velmi krátké dřevěné, kónicky rozšířené piloty a na hlavách zatěsněny jílem proti vysychání a hnilobě (obr. 5).

V běhu staletí došlo u této idey k různým obměnám, takže byly například v 17. století ve Francii zřizovány pilíře pro základy



Obr. 5: Úprava základů v bažinaté zemině v Paulnay v jižní Francii v římsko-galském období cca 60 n. l. Krátké kónické dřevěné piloty byly na povrchu překryty vrstvou z dusaného jílu, aby bylo zabráněno jejich vysychání. (J. Kérisel)

zatloukáním dávky šterku do zeminy. V rakousko-uherské učebnici stavitelství z roku 1840 bylo zaznamenáno doporučení užívat ve stlačitelných zeminách „...takových prostředků...“, z nichž nejvýdatnějším bývá skutečné stlačení země..., což potom tak účinkuje, jakoby stavení na jehlách písečnatých spočívalo.“ (J. P. Jöndl).

Metoda spočívala v zarážení jen 1 m krátkých dřevěných kůlů, které byly ihned vytaženy a otvor byl zasypan hrubým pískem (obr. 6). Bylo tak například založeno v roce 1869 letní divadlo Na hradbách v Praze, v místě dnešního Národního muzea. V té době tam byl starý bastion městského zděného opevnění, jehož prostor byl vyplněn různorodou a neulehlou navážkou.

Podstatným krokem v tomto směru byl pak rozvoj beranění ocelových prvků na začátku 20. století, který vedl i k inovaci s předrážením výpažnic se ztracenou botkou. To tehdy byla průlomová technologie – právě s velkým dynamickým bočním roztlačením neúnosné zeminy a s vytvořením zajištěné dutiny pro vyplnění náhradním kvalitnějším materiálem. Průkopníkem metody takto instalovaných **pískových zhuťňovacích pilot** byl v roce 1925 již výše zmíněný D. E. Moran. Připomeňme jen, že tehdy bylo záměrem konsolidovat měkké pobřežní jíly spojeným účinkem nejen drénování, ale i roztlačení. I dnes se někdy obě tyto funkce při konkrétní úpravě překrývají, ale v zásadě se i podle daného účelu technologie metody odlišují.

V Evropě začal jen o něco později než v USA zkoušet obdobné úpravy Angličan A. Hiley s technicky dokonalejším systémem předrážených pilot VibroPile a také Belgičan E. Frankignoul se systémem Franki (1. část seriálu). Jejich experimenty již byly více zaměřeny na roztlačovací efekt silně hutněného pískového tělesa piloty. U pilot Franki bylo sice dosahováno obzvláště velkého bočního roztlačení, avšak nevýhodou byl velmi zdoluhavý postup. Zejména slibně se tato metoda jevila pro potřebu konsolidace různých stále častěji se vyskytujících mezerovitých navážek. Evropský rozvoj tohoto směru byl však značně zbrzděn údobím 2. světové války a poté se využívání těchto konvenčně usazených technologií obnovilo především pro pilotování. Japonci se v poválečném období věnovali této metodě naopak velmi intenzivně. Viděli v ní velkou budoucnost pro diverzifikaci jejich nové vertikální vibrační techniky. Hlavním rysem variant japonského technologického systému byl mohutný vibrátor, trvale nasazený svrchu na razící výpažnici. Ta měla naspodu na břit značně zesílený límec. Rozšířený břit významně přispíval k velikému roztlačování pískového díku do boku při formování tělesa piloty vibračním hutněním s opakovaným povytahováním a zapouštění výpažnice. Těžké

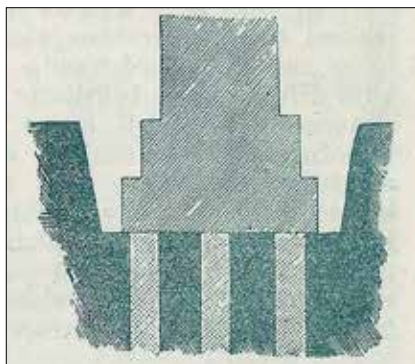
námořní soupravy byly podobné soupravám pro zřizování vertikálních drenů, ale užívaly větších průměrů výpažnic. Koncem století tak vytvářely s výpažnicí o průměru 1 m roztlačené pískové piloty o zvětšeném průměru až 2 m. Tato regionálně preferovaná japonská metoda byla zacílená na rozsáhlé námořní stavby a především na opatření proti ztekucení podzákladí při častých zemětřeseních. Ovšem kromě Asie, kde ji převzaly koncem 20. století hlavně Jižní Korea a Čína, se do světa příliš nerozšířila (obr. 7).

Právě podle japonského vzoru byla pak v Evropě zavedena podstatná inovace vibračního odpažování výpažnice předražené konvenčním beranem. Takto vyvinula v roce 1960 nizozemská firma Fundex objímku s vertikální vibrací, která však navíc byla svými hydraulickými upínacími čelistmi výhodně posuvná po celé délce vytahované výpažnice (obr. 8). Její technologický **systém Vibrex** umožnil velmi účinně kombinovat rázové beranění silnými naftovými berany a odpažení mocným vibrováním, což bylo výhodné zejména pro roztlačované betonové nebo pískové prvky. Produktivita tohoto pilotovacího systému tak byla násobně vyšší nežli těch předchozích. Proto ho následně převzalo pod různými názvy mnoho dalších dodavatelů zakládání po celém světě. I firma Franki později doplnila svou metodu o vibrační odpažování.

U nás se začaly provádět šterko-pískové piloty zhruba od roku 1975 v n. p. Geindustria metodou Franki. V roce 1984 pak zavedl o. z. SZS, Vodní stavby do provozu soupravu vlastní konstrukce typu podobného Vibrexu. Byla použita prvně k pokusné konsolidaci mezerovité navážky v podzákladí jeřábové dráhy pro přesun velkorypadla na výsypce Jana u Duchcova v roce 1984 (obr. 9). V našem prostředí se však tato technologie neprosadila.

Vibrační náhrada šterkovými pilíři (soubor C.1)

Hlavní inovativní cesta vývoje této oblasti zlepšování základové půdy vedla skrze využití dynamických účinků ponorných horizontálních vibrátorů. Jejich vynález se odvinul od ručních masážních strojků z 19. století přes zavedení ponorného elektrického vibrátoru do betonu v roce 1928 až k zařízení pro zakládání v roce 1937 (1. část seriálu). Původní vynálezce vibroflotu **Wilhelm G. Degen** objevil koncem 50. let, že s ním lze pracovat i v soudržných zeminách, a to



Obr. 6: Metoda úpravy měkké zeminy pomocí tzv. písečných jehel, s vyplněním otvorů vyražených dřevěnými kůly hrubým pískem, použita v roce 1869 v navážkách na stavbě divadla Na hradbách v Praze (J. P. Jöndl)

pouze za pomoci intenzivního vzduchového výplachu. Takovýmto postupem zatlačování s dynamickým bočním roztlačením zeminy bylo možno vytvořit svislou dutinu, která po suchém svrchním vyplnění hrubým šterkem a jeho dobrém zhutnění nahradila původní objem měkké zeminy pevnějším šterkovým pilířem. Postačilo pak dodávat šterk do ústí vytvářené dutiny z povrchu terénu. Tento vynález rozšířil možnosti aplikací technologického systému ponorné vibrace směrem ke dvěma novým významným metodám. Nejprve na začátku 60. let zpětně ovlivnil původní metodu hlubinného vibroflotačního

zhutňování písčitých zemin s vodním výplachem k odvození nové jednoduché metody tzv. **shora vyplňovaných mokrých šterkových pilířů**. V těchto zeminách byla prakticky ihned využitelná. Postačilo k tomu jen vhodně použít stávajícího zařízení a uplatnit potřebné zkušenosti k novým postupům. Nevýhodou ovšem bylo, že tyto práce vyžadovaly zpracování a zadržování značného množství vody přímo v místě staveniště. Za vhodných okolností zato ale nabízely velmi rychlé a efektivní provádění díla (obr. 10).

Úspěch té významnější druhé metody tzv. **spodem vyplňovaných pilířů** přišel až mnohem později. V soudržných zeminách zpočátku umožnil původní způsob se vzduchovým výplachem provádět šterkové pilíře jen za určitých zvláště příznivých podmínek a většinou jen do malé hloubky. Pro podstatné zvýšení dosahu metody bylo zapotřebí dořešit tři další nezbytné a logické kroky ve vývoji prováděcího zařízení. První se v tomto směru odehrál v 70. letech v podobě vynálezu **průchozího ponorného vibrátoru**. Ten umožňoval plynulé dodávání šterku do kolony vibroflotu až dolů k jeho vyústění na hrot vibrátoru bez ohrožení zavalením a přerušením vrtu. Druhým přirozeným úkolem bylo nutné zapojení funkce přitlaku na kolonu vibroflotu, aby se zajistilo rychlé pronikání do tužší zeminy. Došlo tedy k po-



Obr. 7: Jihokorejská těžká námořní plně automatizovaná souprava ESC-50 k provádění pískových zhutňovacích pilot s třemi výpažnicovými jednotkami o průměru 80 cm a s dosahem do hloubky 50 m pod hladinu, z roku 2010 (Eunsung C&O)

suvenému osazení kolony na lafetu pásové samohybné soupravy s obvyklým hloubkovým dosahem až do 15 m. A třetím krokem bylo zajištění plynulé dodávky šterku do násypky na vršku kolony. Osvědčilo se řešení lanovým skípem, vedeným na lafetě soupravy, obdobně jako u předražených pilot. Na začátku 80. let se tohoto celkového vývoje úspěšně jako první zhostila firma Keller. Začala pak používat nová komplexní zařízení pod svým názvem **Vibrocat** (1. část seriálu). Během jednoho desetiletí tím získala v disciplíně šterkových pilířů technologickou dominanci.

V případě této inovace se odehrál také nebývale dokonalý souběh praxe s teorií, když samotná firma Keller iniciovala výzkum chování těchto základových prvků pro upřesnění přílehavé návrhové metody. Teorie chování skupin šterkových pilířů se pak zásadně opírala o práce německého inženýra **Heinze-Joachima Priebeho** z firmy Keller, rozvíjené postupně hlavně od roku 1976. Stanovil především základní teorém stupně zlepšení základové půdy těmito prvky, přičemž zdůraznil hlavní vliv bočního



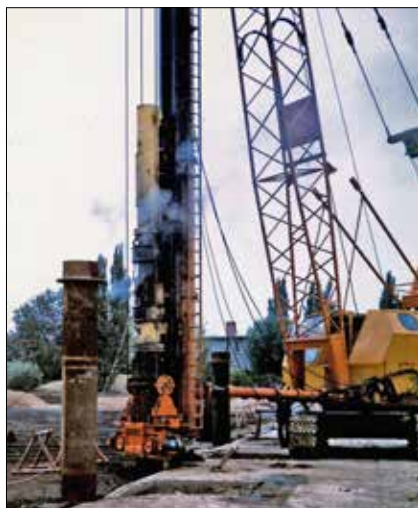
Obr. 8: Vibrační odpažovací objímka legendární světově rozšířené soupravy Fundex F12 pro piloty typu Vibrex na stavbě v Polsku v 90. letech 20. stol. (www.enerGOPOL.pl)

odporu zeminy proti expanzi deformujícího se pilíře pod zatížením. I tento počín přispěl k tomu, že všechny specializované firmy oboru přešly na stejný technologický systém a začaly vyrábět a používat své verze obdobného zařízení (obr. 11).

Za dalších dvacet let byla koncem 20. století vyvinuta i zařízení pro větší hloubkový dosah, zejména pro práce na mořském dně pod hladinou. Pro tyto případy bylo obvykle možné vystačit s volným zavěšením, protože samotná tíha dlouhého zařízení vyvolala dostatečný přítlak. Při pracích pod vodou bylo ovšem nutno nově vyřešit začerpávání štěrkové výplně proti účinku vzlaku. A byla také sestrojena mnohem mobilnější přídavná zařízení pro osazení na konvenční hydraulická rypadla k nejčastějším pracím do hloubky cca 8 m (obr. 12).



Obr. 11: Strojní plně hydraulická souprava HBM 4 firmy Bauer z roku 1988 pro provádění štěrkových pilířů do hloubky až 12 m (Bauer)



Obr. 9: Souprava pro zřizování předražných pilot s dieselberanem Delmag a vibrační elektrickou odpažovací objímkou na nosiči RDK v roce 1984 na stavbě v Duchcově (o. z. SZS, Vodní stavby)

U nás začala provádět vrchem vyplňované štěrkové pilíře firma Zakládání staveb, a. s., v roce 2001, ale byly využívány jen ojediněle. Spodem plněné štěrkové pilíře začala v tuzemsku provádět firma Keller svou soupravou Vibrocat v roce 2002.

Dynamická konsolidace a náhrada vytloukanými pilíři (soubory B.4 a C.2)

Od samého počátku původní metody dynamického hutnění v 70. letech L. Ménard odvozoval i její verzi pro dynamickou konsolidaci v určitých soudržných zemínách. Vypracoval k tomu také teoretické zdůvodnění. Bylo založené na hypotéze působení hydraulických vlnových rázů v zemině, vybuzených dynamickými účinky tak, že následně dojde k vypuzení plynné a kapalné fáze ze struktury zeminy a ta zkonsoliduje. Pro tyto případy upravil pracovní postup, aby hutnění soudržné zeminy probíhalo přes krycí písčitou vrstvu, z které také bude postupně doplňován materiál do vtisků vyražených pěstchem. Z toho logicky vznikla potřeba poměrně odlišné úpravy v lokálně měkkých



Obr. 12: Přídavný hydraulický průchozí ponorný vibrátor zvaný „stitcher“, nasazený na konvenční hydraulické rypadlo, při provádění štěrkových sloupů o hl. 4–6 m pro zlepšení jílovitého podzákladí pod násypem opěry mostu na stavbě dálnice D8 v roce 2004 (Soletanche ČR)



Obr. 10: Mokrá způsob zřizování štěrkových pilířů ponorným vibrátorem na stavbě rozsáhlého bytového komplexu Al Khobar v Saudské Arábii koncem 70. let. Tuto úpravu vyžadovalo písčité souvrství podzákladí o hloubce 4 až 8 m, které obsahovalo nezhutnitelné čočky siltů (Keller).

partiích základové půdy, kde opakovaným vyražením vznikaly větší krátery. V těchto případech byl do kráteru doplněn hrubý kameňitý štěrk a menšími údery zde byl zformován pilíř. Takové pěstchem **vytloukané štěrkové pilíře**, vybudované do původní zeminy z náhradního štěrkového materiálu, mohly dosahovat hloubek až 8 m a průměru 2 až 5 m. Tento postup odpovídal v daném období i tehdy novým zkušenostem z provádění štěrkových pilířů jinými technologiemi. Později byla tato metoda kombinována i s metodou odvodnění geodrény a také s vakuováním.

V tuzemsku byla metoda dynamické konsolidace i náhrada zeminy vytloukanými pilíři velmi úspěšně aplikována v roce 1994 při sanaci skládky Spolany Neratovice na jejich částech, kde se v hloubce lokálně nepravidelně vyskytovaly nedefinované zbytky chemických kalů (20. část seriálu).

Ing. Jindřich Říčka, ADSZS

The history of special foundation XXI

Further part of our sequel follows
V této části sledujeme dále vývoj v činnostech zlepšování základových půd, nejprve ještě ve třídě bez přidávání příměsí, a to při konsolidaci soudržných zemín. Jedná se o metody vytlačení a odvedení vody technologiemi vertikálních drénů a vakuování. Dále se pak soustředíme na metody ve třídě zlepšování zemín s pomocí příměsí. Jde v nich povětšinou o technologie ražení s bočním roztlačováním zemín a se zřizováním výplně ze štěrkového materiálu.

SPOLEČNOST ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, A. S., ZÍSKALA TITUL STAVEBNÍ FIRMA ROKU 2017

V rámci slavnostního večera Dnů stavitelství a architektury (DSA), konaného v prostorách pražské Betlémské kaple, byly 3. 10. 2018 vyhlášeny výsledky soutěže Svazu podnikatelů ve stavebnictví v ČR Stavební firma roku 2017. Soutěž má celkem tři kategorie dle počtu pracovníků a je naší milou povinností sdělit, že v kategorii velká stavební firma získala titul právě společnost ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s. O titul se dělí s firmou Wienerberger, s. r. o. V kategorii střední stavební firmy s 26 až 200 pracovníky získala titul firma Rapos, spol. s r. o., v kategorii malé stavební firmy do 25 pracovníků získala titul firma Elestav, s. r. o. Z rukou prezidenta SPS Ing. Václava Matyáše převzal ocenění za společnost ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s., její generální ředitel Ing. Jiří Mühl.

Do soutěže stavební firma roku se mohou přihlásit všechny stavební firmy, které jsou českými právními subjekty a řádnými nebo kolektivními členy Svazu podnikatelů ve stavebnictví v ČR.

Na slavnostním večeru v Betlémské kapli byl rovněž završen 26. ročník soutěže Stavba roku. Ze 42 přihlášených děl odborná porota vybrala pětici, která získala prestižní titul. Je v ní sportovní hala, zimní stadion, rodinný dům, historický palác a bytový dům. Soutěž Stavba roku organizuje ABF – Nadace pro rozvoj architektury a stavitelství jako nadační program řízený radou programu za účasti spoluvypisovatelů, kterými jsou Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, ČKAIT a Svaz podnikatelů ve stavebnictví v ČR.

V rámci slavnostního večera byla vyhlášena i Osobnost stavitelství 2017, kterou se stal



Titul Stavební firma roku 2017 pro společnost Zakládání staveb, a. s., převzal její generální ředitel Ing. Jiří Mühl

Ing. Zdeněk Rataj, generální ředitel společnosti ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a. s.

Projekt Dny stavitelství a architektury má pozvednout zájem veřejnosti o dění ve stavebnictví prostřednictvím zajímavých akcí určených odborné, ale i laické veřejnosti. Na programu letošního, dvanáctého ročníku jsou již tradičně slavnostní setkání odborné veřejnosti u příležitosti

vyhlášení soutěží Stavba roku 2018 a Výrobní technologie 2017. Neopomenutelnou součástí DSA jsou podzimní Dny otevřených dveří na stavbách a Dny otevřených dveří na školách a v projektových kancelářích. Vyvrcholením pak bude slavnostní setkání s předáním několika významných cen.

Odborným garantem celého projektu je stejně jako v předešlých letech SIA ČR – Rada výstavby. Garantem Dnů otevřených dveří na stavbách je Svaz podnikatelů ve stavebnictví v ČR. Garantem Dnů otevřených dveří na školách a v projektových kancelářích je Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků.

Program DSA 2018:

- 6. 9. 2018 – Vyhlášení nominací Stavby roku v Nadaci ABF,
- září – listopad 2018 – Dny otevřených staveb,
- 3. 10. 2018 – Slavnostní večer DSA, vyhlášení výsledků soutěže Stavba roku, Stavební firma roku a Osobnosti stavitelství v Betlémské kapli,
- listopad – Slavnostní vyhlášení RABF pro rok 2018,
- 19.–25. 11. 2018 – Dny otevřených dveří na školách a v projektových kancelářích.

(red)

Foto: Libor Štěrba a ABF



Ing. Zdeněk Rataj (vpravo) přijímá gratulaci k obdržení ocenění Osobnost stavitelství od prezidenta Svazu podnikatelů ve stavebnictví Ing. Václava Matyáše

ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY PRO NOVOSTAVBU POLYFUNKČNÍHO OBJEKTU NA NÁROŽÍ VÁCLAVSKÉHO NÁMĚSTÍ 47 A OPLETALOVY ULICE V PRAZE

Na jednom z nejceněnějších pražských pozemků dnes vyrůstá novostavba polyfunkčního objektu, tzv. Květinového domu. Po předchozí postupné demolici původně zde stojících objektů bylo letos v zimních měsících zahájeno zajišťování stavební jámy. To je provedeno na části obvodu kotvenou pilotovou stěnou, na části pak kotvenými sloupy tryskové injektáže. Po zajištění pažení jámy následovaly práce na pilotovém založení novostavby, které musely respektovat skutečnost, že se stavba nachází přímo nad dvěma tubusy metra trasy A.

Objekt novostavby bude mít 9 nadzemních a 3 podzemní podlaží. Základní půdorys je přibližně do tvaru písmene L. Maximální velikost jedné základny je 71,3 m, druhé pak 58,1 m. Objekt přiléhá ke stávajícímu hotelu Jalta na Václavském náměstí. Celková výška objektu bude 47,6 m od základové spáry. Nadzemní podlaží budou sloužit jako obchodní a administrativní plochy. Podzemní prostory budou využity pro parkování osobních automobilů, zásobování a pro osazení technologie. Část technologie bude rovněž umístěna na střeše objektu. Novostavba vyrůstá na místě původních objektů, které byly před realizací novostavby v předstihu odstraněny. Jednalo se především o hlavní nárožní budovu (někdy nazývanou též Dům u Turků) a bývalou tiskárnu v Opletalově ulici, zbouranou už v roce 2013, a zadní trakt hotelu Jalta. Hlavní nárožní budova byla navržena architektem Josefem Schulzem, mimo jiné architektem Národního muzea, a dokončena v roce 1880. Její členitá a zdobená fasáda byla ve dvacátých letech 20. století nahrazena jednodušší formou v tehdy oblíbeném stylu art deco a doplněna o dvoupatrovou nástavbu. Záměr postavit novostavbu na místě tohoto původního domu v centru Prahy vyvolával léta protichůdné názory. Pražští památkáři dali novostavbě domu v roce 2010 souhlas, který je nutný pro každou stavbu v památkové rezervaci. O rok později jej v odvolacím řízení potvrdilo i Ministerstvo kultury. Stavební úřad v roce 2013 demolici povolil, magistrát ale toto rozhodnutí zrušil a musela se posuzovat znovu. Budova byla nakonec zbourána v roce 2017. Stavba tzv. Květinového domu je investicí společnosti Flow East, která kromě dalších pražských nemovitostí vlastní i sousední hotel Jalta.

Geologické poměry

Svrchní a nejmladší polohu pokryvných útvarů tvoří antropogenní sedimenty – **navážky**. Největší akumulace navážek jsou patrně vázány v jižní části pozemku, kde se nacházely objekty staré zástavby. Svrchní patro terasových uloženin je možno charakterizovat jako patro hlinitopísčitéch náplavů. Ty jsou ovšem



Pohled na zajištěnou stavební jámu i s dokončeným pilotovým založením, pohled z budovy ČTK směrem k horní části Václavského náměstí přes Opletalovu ulici

vnitřně nehomogenní a vyznačují se nepravidelným střídáním zrnitostně různých **písčitých zemin typu S2, S3, S4**.

Spodní patro terasových uloženin lze zrnitostně hodnotit jako náplavy s převahou šterkové frakce **tříd G2 a G3** (slabě zahliněné). Mocnost bazálních šterků lze očekávat mezi 2 a 8 metry. Paleozoické horniny tvořící **skalní podklad** jsou v daném prostoru zastoupeny mořskými sedimenty ordovického stáří, konkrétně

břidlic **dobrotivského souvrství**. Svrchní zónu břidlic mocnosti v rozsahu 0,3–2,5 metru reprezentuje břidlice silně zvětralá až zvětřalá. Spodní zónu břidlic tvoří prachovitojilovitě břidlice navětralé až prakticky zdravé. Podzemní voda je v zájmovém prostoru vázána jednak na bazální část kvartérních terasových uloženin, jednak na svrchní rozpukanou a rozvolněnou zónu ordovického horninového masivu. V rámci nové sondáže byla podzemní



Budoucí a minulé podoba nárožního domu Václavské náměstí 47



voda zastižena pouze ve vrtu J1 v hloubce 11,45 metru pod terénem. Z hlediska ČSN EN 206-1 lze podzemní vodu hodnotit stupněm XA1.

Zajištění stavební jámy

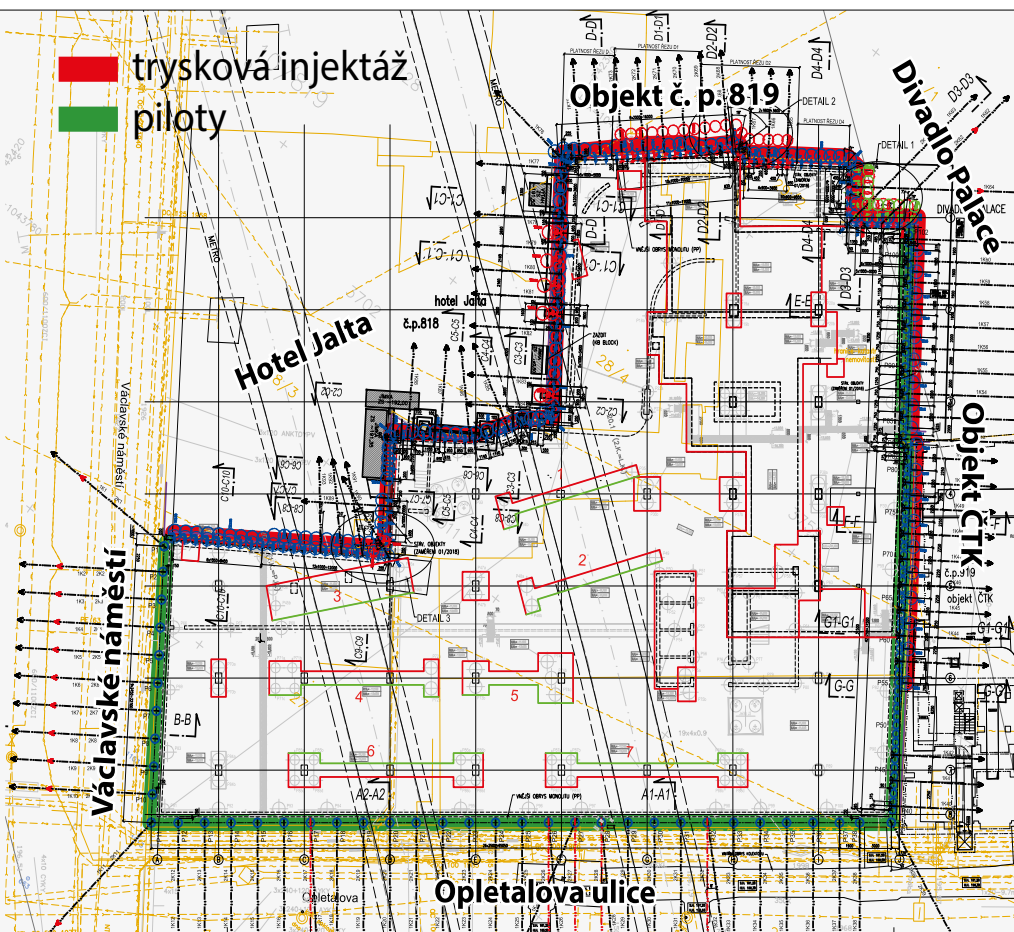
Prostor určený k zástavbě je ohraničen na JV Václavským náměstím, na JV Opletalovou ulicí, na SV straně pak postupně objektem ČTK a Divadlem Palace a na SZ straně objektem čp. 819 (pasáž Jalta) a hotelem Jalta.

Jako technické řešení zajištění stavební jámy je **podél ulice Opletalovy a Václavského náměstí** navržena **pilotová stěna** z pilot $\varnothing 750$ mm o délkách 14,5 m. Ve vrchních partiích do hl. cca 5 m bylo nutné převrtat zdivo původní zástavby. Hlavy pilot byly ukončeny cca 1,5 m pod terénem a jsou osazeny profily IPE300. Rozteč pilot je na těchto stranách jámy 2,5 m. Ostění pilotové stěny tvoří stříkaný beton C 20/25 tl. min. 100 mm. V místě starého zdiva a skalního

podloží je výztuž 1x sítě (KARI) 100/6–100/6. V polohách písků a štěrků nebo při tl. SB ≥ 150 mm byla výztuž 2x sítě (KARI) 100/6–100/6. Prostor mezi nosníky IPE300 je opatřen výdřevou tl. 100 mm. Kotvení pilotové stěny je pomocí dočasných pramencových kotev 4xLp $\varnothing 15,7$ mm bez převázek (ocel 1570/1770 MPa). Kotvy byly vrtány pomocí pažnic $\varnothing 133$ mm přímo přes piloty, které byly převrtány diamantovým vrtákem o průměru 150 mm. Hlavy kotev nepřesahují líc stříkaného betonu.

Podél **objektu ČTK** byla navržena pilotová stěna z pilot $\varnothing 620$ mm, délky 7 až 8 m s roztečí 750 mm. Pilotová stěna zde kromě pažnic slouží i jako základový prvek pro obvodovou stěnu nového objektu. V souladu s ČSN EN 206-1 a ČSN EN 1536 byl pro tyto piloty navržen beton C 25/30 XA1, konzistence S4. K zajištění statické stability této pažnic a základové konstrukce je v koruně pilot navržen železobetonový věnec rozměru 750x600 mm z betonu C 25/30 XC3 a oceli B500 B (10505). Věnec byl rozdělen na tři dilatační celky, propojené kluznými trny. Ostění pilotové stěny tvoří stříkaný beton C 20/25 tl. min. 80 mm. Pilotová stěna je kotvena pomocí dočasných pramencových kotev 3xLp $\varnothing 15,7$ mm (ocel 1570/1770 MPa) přes převázky z úpalků štetovnic VL604. K podchycení základových pasů ČTK byla navržena trysková injektáž (TI) o průměru sloupů 1,20 m a pevnosti geokompozitu v prostém tlaku min. 5,0 MPa. Povrch obnažených stěn objektu ČTK byl zpevněn stříkaným betonem tl. 30–50 mm.

Podobný způsob zajištění byl navržen a proveden i u navazujícího objektu **Divadla Palace**, kde byla úroveň základové spáry ověřena kopanými sondami. Odišnost od zajištění u objektu ČTK spočívala pouze v uspořádání pažnic pilot a jejich délkách: piloty délek 11 m jsou uspořádány do



Půdorys stavební jámy s vyznačením technologií použitých pro její pažení



Provádění pilotové stěny podél Václavského náměstí

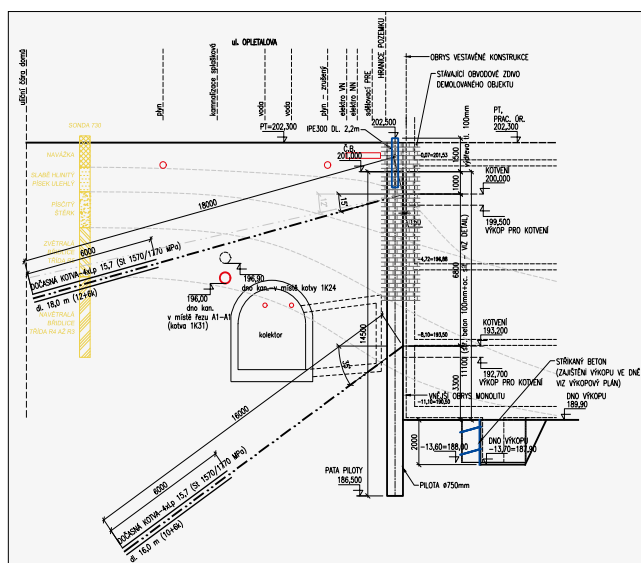
dvojcí se vzájemnou roztečí jednotlivých dvojcí cca 2000 mm. Nemalé komplikace představovalo podchycení **přístavku Divadla Palace** v severním rohu pozemku. Jednalo se o jednopodlažní, zděný,

mělsce založený objekt, kde zdivo dosedá přímo na základovou půdu, tvořenou pískem. Pažení zde muselo být navrženo až na výšku přes 8,0 m. Před zahájením prací na podchycení objektu bylo nezbytné zajistit jeho statickou stabilitu:

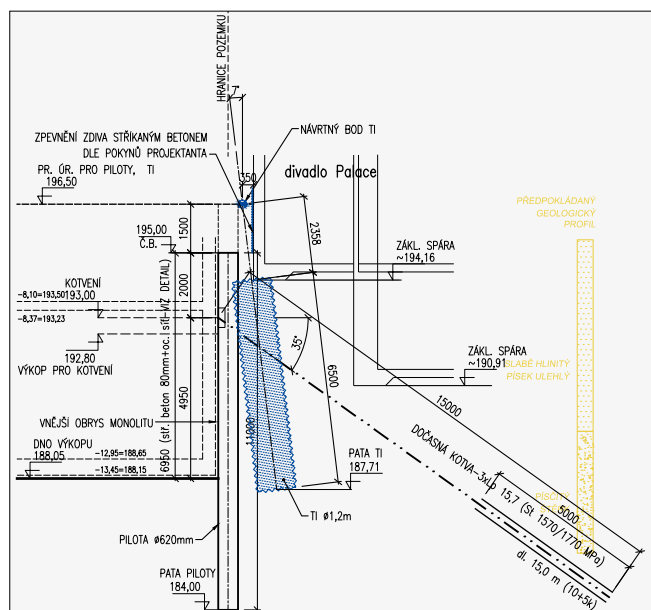
- základové zdivo bylo po obvodu začistišeno, nefunkční inženýrské sítě byly odstraněny a otvory ve zdivu zabetonovány;
- povrch zdiva na výšku cca 2,8 m byl vyrovnán a zpevněn vrstvou stříkaného betonu



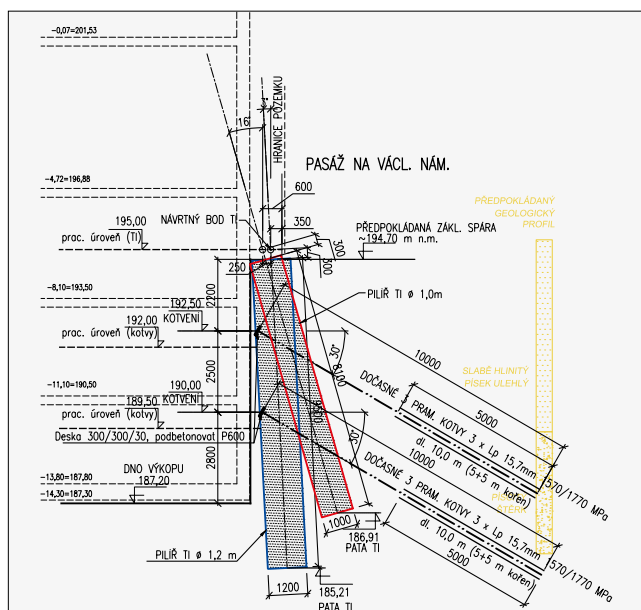
Hloubení vrtů pro kotvy podél ulice Opletalova



Kotvená pilotová stěna podél ulice Opletalova, příčný řez



Zajištění stavební jámy u Divadla Palace kotvenou pilotovou stěnou a sloupy tryskové injektáže



Zajištění stavební jámy u objektu č. p. 819 (s pasáží na Václavské náměstí) kotvenými sloupy tryskové injektáže



Provádění pažicí pilotové stěny podél objektu ČTK



Kotvená pilotová stěna podél objektu Divadlo Palace

C 20/25 tl. min. 100 mm se sítí 100/110/6, fixovanou na zatlučené svorníky Ø R14 v rastru 0,6x0,6 m;

– roh přístavby byl osazen profilem L180/180/14 o výšce cca 5,0 m, na který byly přivařeny profily R25, překryté sítí 100/100/6 a nosnou vrstvou stříkaného betonu tl. 100 mm.

Po tomto zpevnění byl objekt podchycen pomocí sloupů TI ve třech řadách. Některé sloupky TI byly vyztuženy profily Ø R32. Zakotvení bylo provedeno ve třech úrovních pomocí dočasných pramencových kotev 3x LpØ15,7 mm (ocel 1570/1770 MPa) bez převázek. Hlavy kotev jsou zafrézovány do sloupů TI tak, aby nepřesahovaly líc pažení. Po odbourání přesahujících částí sloupů TI byl povrch opatřen stříkaným betonem tl. min. 30 mm.

U objektu čp. 819 (podél pasáže Václavské náměstí 43) na SZ straně pozemku musela být základová spára ověřena na mnoha místech, protože rozptýl v její úrovni byl až 6 m. Povrch obnažených stávajících stěn byl podle pokynů statika zpevněn stříkaným betonem. Objekt byl pochycen pomocí sloupů TI v 1–2 řadách. Zakotvení bylo provedeno v 1–2 úrovních pomocí dočasných pramencových kotev 3x LpØ15,7 mm (ocel 1570/1770 MPa) bez převázek. Hlavy kotev byly do sloupů TI opět osazeny tak, aby nepřesahovaly líc pažení. Po odbourání přesahující TI byl povrch opatřen stříkaným betonem tl. min. 30 mm.

Podchycení **hotelu Jalta** bylo značně komplikované, protože v jeho suterénu byl v 50. letech postaven protiatomový kryt a žádná dokumentace o jeho založení pochopitelně nebyla k dispozici. Základová spára tak musela být ověřována na mnoha místech, protože rozptýl v její úrovni byl až 5 m. Podchycení a následné kotvení bylo pak již podobné jako u objektu čp. 819.

Pilotové založení

Objekt novostavby je navržen jako skeletový monolitický systém se základním rastrem 8,1x8,1 m. Založení objektu bylo navrženo jako hlubinné pomocí **velkopřůměrových**

pilot. Dispoziční návrh pilot byl značně komplikován skutečností, že novostavba se nachází přímo nad oběma tubusy metra trasy A, které procházejí v hloubce cca 9–10 m pod základovou spárou objektu. Přesná poloha vnitřního líce ostění tubusů byla na žádost projektanta zaměřena a vynesena v souřadnicích JTSK do půdorysu pilot.

Založení objektu bylo navrženo na vrtaných pilotách Ø 880 a 1180 mm, délek 7–18 m, prováděných z pracovní úrovně cca –11 m od terénu. Vzhledem k zastižené geologii byly vrty paženy výhradně pomocí ocelových dvouplášťových pažnic. Ve vrstvách mírně zvětralých a navětralých břidlic mohlo vrtání pokračovat bez pažení. Pro dosažení předepsaného vetknutí bylo při vrtání nutné použití kvalitní skalní šneky. V souladu s ČSN EN 206-1 a ČSN EN 1536 byl pro piloty navržen beton C 30/37-XA1, XC2.

Sloupky skeletu nad tubusy metra jsou vynášeny masivními železobetonovými překlady tubusů, založených na pilotách. Minimální

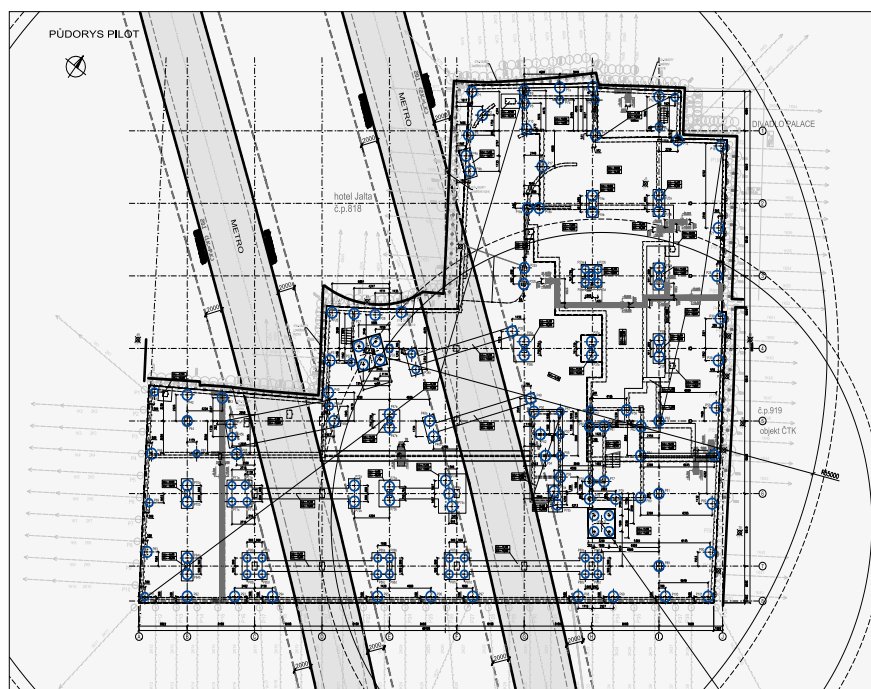
světělá vzdálenost mezi pilotami a ostěním tubusů metra byla stanovena na 2,0 m. Aby bylo co nejvíce eliminováno namáhání tubusů od těchto pilot, bylo zvoleno jejich maximální sedání na 5 mm. U ostatních pilot je počítáno se sedáním 10–15 mm.

Závěr

Všechny výše uvedené stavební práce byly dokončeny v červenci 2018 a v současné době probíhají již práce na realizaci základové desky. Za úspěch považuji fakt, že v průběhu prací na této extrémně náročné akci byly zaznamenány deformace pažení a okolní zástavby značně nižší, než jaké byly předpokládány hodnoty. Pozitivně lze hodnotit kvalitu provedených prací.

Jako autor dodavatelské dokumentace se domnívám, že pažicí konstrukce byly navrženy efektivním a zároveň po statické stránce dostatečně spolehlivým způsobem.

Ing. Miroslav Dušek, FG Consult, s. r. o.



Pilotové založení objektu Václavské náměstí 47 muselo respektovat polohu tunelů metra

PRŮBĚH ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY A ZALOŽENÍ OBJEKTU



pilot a opatřena byla vrstvou stříkaného betonu. Pasáž Václavské náměstí 43 a hotel Jalta byly podchyceny sloupy tryskové injektáže s následným kotvením a zpevněním vrstvou stříkaného betonu.

Po zajištění okolních objektů a dokončení zemních prací na úrovni 0,5 m nad základovou spáru byly zahájeny práce na založení budoucího objektu novostavby. V této fázi se realizovaly základové piloty z úrovně cca 10–14 m pod úroveň okolního terénu. Vrtné práce probíhaly v těsné blízkosti tubusů metra trasy A, který byl v průběhu prací monitorován. Pro urychlení prací byly nasazeny dvě vrtné soupravy. V souběhu s vrtnými pracemi probíhala těžba jámy na finální úroveň základové spáry a provádění podkladních betonů, které byly velmi složité tvarované s výškovými skoky až 2,8 m. Práce byly dokončeny v předstihu 14 dní před smluvním harmonogramem stavby.

Důležitým faktorem pro získání zakázky byly zkušenosti z podobných akcí se srovnatelným charakterem a rozsahem prací jako například založení hotelu Yasmin nebo stavební jámy objektu Na Poříčí 48. Přípravné práce začaly pasportizací a nultými měřeními kolektoru, tubusů metra, kanalizace v ulici Opletalova a na Václavském náměstí, inženýrských sítí a okolních objektů (hotelu Jalta, ČTK, Divadla Radka Brzobohatého, Divadla Palace a pasáže Václavské náměstí 43). Nezbytnou součástí bylo i vyřízení záboru v ulici Opletalova. Dále probíhaly výkopy sond pro ověření založení okolních objektů. Oproti předpokladům byly zjištěny zcela odlišné základové poměry u objektu hotelu Jalta. Zde se měla nacházet základová deska o mocnosti 300 mm. Při průzkumu bylo zjištěno, že hotel je založený na patkách skeletového systému, mezi nimiž byl pouze betonový potěr tl. cca 50–100 mm, což výrazně komplikovalo práce při provádění tryskové injektáže. Jiné hloubky založení byly i u ostatních objektů, což výrazně měnilo přípravu pracovních úrovní tryskové injektáže, pažicích pilot a kotev. Před nástupem vrtné soupravy pro realizaci pažicích pilot o hmotnosti 60 t bylo nutné pro zabezpečení stability a únosnosti pracovní úrovně zasypat původní sklepy nárožního domu včetně vybourání klenbových stropů. Práce spojené se zajištěním stavební jámy začaly hloubením pažicích pilot podél ulice Opletalovy a Václavského náměstí. Práce probíhaly se ztíženým vrtáním skrze suterénní zdivo nárožního domu. Po dokončení pažicích pilot následovalo postupné odtěžování a instalace kotev na dvou kotevních úrovních. Realizace kotev v ulici Opletalova byla ztížena umístěním kolektoru, který ležel v těsné blízkosti stavby. Všechny práce musely probíhat za přítomnosti technika, přísných podmínek Kolektorů Praha a řádně proškoleného personálu firmy Zakládání Group, a. s. Současně s těmito pracemi byly zahájeny i činnosti na podchycení okolních objektů tryskovou injektáží a průběžném odtěžování zeminy s vybouráním základových pilot původního objektu tiskárny a nárožního domu. Souběh prací vyžadoval vysokou

úroveň plánování zejména pro zásobování a pohyb mechanizace po stavbě.

V případě budovy ČTK byly práce výrazně zdrženy podmínkami a požadavky zástupců objektu, kde došlo ke zpoždění zahájení prací. Dalším úskalím bylo vrtání pilot betonovým základem mocnosti 3–4 m o pevnosti až 20 MPa. Po provedení pažicích pilot v tomto místě následovalo zhotovení sloupů tryskové injektáže a jedné řady kotev. Jak už bylo popsáno v předchozím textu, podél budovy Divadla Palace sestávala pažicí stěna z dvojic kotvených

Ing. Petr Lacourt, Zakládání Group, a. s.
Foto: Libor Štěrbá

Účastníci výstavby:

Investor: Flow East, a. s.

Dodavatel zajištění spodní stavby: Zakládání Group, a. s.

Dodavatel výstavby objektu: Metrostav, a. s.

Speciální zakládání: skupina Zakládání – společnost Zakládání Group, a. s., a Zakládání staveb, a. s.

Projekt speciálního zakládání: FG Consult, s. r. o.



Pohledy na zajištěnou stavební jámu před kompletním dotěžením a dokončením složitě tvarovaných podkladních betonů

Securing of a building pit for the new structure of a multifunctional building called The Flower House on the corner of Wenceslas Square 47 and Opletalova street in Prague

On one of Prague's most valuable site, the new multifunctional building of The Flower House is being built today. After the previous gradual demolition of structures that were originally standing here, the construction of a building pit was started in the winter months. This is done on the part of the perimeter of the building by the anchored pile wall, on the other part by the anchored columns of the jet grouting. After securing of the pit, work was carried out on the pile foundation of a new building, which had to respect the fact that the building is located directly above two tunnels of metro line A.



Negrelliho viadukt během rekonstrukce, pohled k severozápadu

TÉMA ČÍSLA: REKONSTRUKCE NEGRELLIHO VIADUKTU

Od dubna roku 2017 probíhá komplexní rekonstrukce Negrelliho viaduktu v Praze – více než 160 let staré spojnice mezi jižními a severními tratěmi v Pražském železničním uzlu. Vzhledem k významnosti této památkově chráněné stavby a velkému podílu prací speciálního zakládání na její rekonstrukci jsme se rozhodli pojmut téma v širších souvislostech. Postupně tak popíšeme historii a způsob výstavby viaduktu v polovině 19. století a přiblížíme projekt probíhající komplexní rekonstrukce v celé jeho šíři a složitosti. Sérii článků pak zakončíme podrobným popisem realizovaných prací speciálního zakládání.

OD VÝSTAVBY VIADUKTU AŽ PO JEHO REKONSTRUKCI

Historické souvislosti

V roce 1841 byl Dvorskou komorou císaři Ferdinandovi předložen návrh na stavbu šesti tratí paprskovitě se rozbíhajících z Vídně do center rakousko-uherské monarchie. Mezi prvními měla být vybudována trasa propojující Vídeň s Prahou s pokračováním na sever do Podmokel (Děčín) a dále do saských Drážďan. V Praze bylo v té době jediné skutečné nádraží, a sice Ferdinandovo nádraží parostrojní dráhy (dnešní Masarykovo), ležící

na vltavském pravém břehu. Na levém břehu v té době stálo pouze nádraží v Praze-Dejvicích* (od r. 1831), které bylo ovšem stále ještě pouhou konečnou stanicí tzv. Lánské koněspřežky (trať Praha – Stochov – Kladno – Lány), sloužící především k přepravě dřeva a uhlí. Bylo tedy třeba vymyslet technické řešení pokračování z Ferdinandova nádraží dále přes řeku na sever. Toto řešení je uskutečněno v podobě dnešního Negrelliho viaduktu. Současně s jeho výstavbou bylo třeba

budovat navazující trať na sever směrem na Děčín a dále. Tím se směřovalo k záměru spojení Vídně přes Prahu se saskou, resp. německou, železniční sítí.

V roce 1842 bylo za účelem výstavby železničních spojení zřízeno ve Vídni Generální ředitelství státních drah. Vedením pražsko-drážďanské dráhy byl pověřen Ing. Jan Perner, český vlastenec, který ale těsně před započítím stavby nešťastně zahynul na následky nehody v Choceňském tunelu. A tak

* V době budování trati na sever a Negrelliho viaduktu v Praze skutečně žádné jiné nádraží nebylo – nádraží Praha-Bubny vzniklo na této trati až za jejího provozu po r. 1866. Důvodem jeho vzniku bylo budování spojky přes Stromovku z nádraží Praha-Dejvice (v té době již byla železnice z Dejvic do Lán přebudována na parostrojní provoz a nenazývala se Lánská koněspřežka, ale Buštěhradská dráha) právě do nádraží Praha-Bubny (dobudováno 1868) tak, aby bylo umožněno spojení této trati (Buštěhradské dráhy) s Ferdinandovým nádražím.

byl vrchním inspektorem jmenován Alois Negrelli, průkopník dopravního stavitelství, rakouský inženýr italského původu, po kterém nese viadukt své jméno. Název mostu ale nebyl po dlouhá léta zcela sjednocen. Dlouho byl označován jako viadukt Společnosti státní dráhy nebo také Karlínský viadukt. Teprve v padesátých letech 20. století se objevuje v názvu jméno autora.

Viadukt byl budován mezi lety 1846 a 1849 a uveden do provozu byl 1. června 1850. Nejstarší části mostu jsou tedy přes 160 let staré. Negrelliho viadukt je historicky prvním pražským železničním mostem přes Vltavu a po Karlově mostě druhým vůbec nejstarším pražským mostem přes Vltavu. Také je nejdelším železničním mostem v Česku a celkově třetím nejdelším mostem v Česku.

Základní stavební charakteristika viaduktu

Na výstavbě viaduktu se podílelo až 3000 dělníků různých národností a stavební náklady dosáhly jednoho a půl milionu zlatých. Dodavateli byly firmy bratří Kleinů a Vojtěcha Lanny. Při stavbě byly poprvé ve větší míře použity parní zvedací stroje a parní beranidla, která se používala k beranění dřevěných kůlů pod budoucí mostní pilíře. Most byl budován nad tehdy ještě neregulovanou řekou. Stavební materiál byl přivážen po vodě z Kamýka nad Vltavou, pro jeho přepravu na místě byly používány ruční kolejové vozíky a opracováván byl na místě. Žula byla těžena ve Schwarzenberském lomu, který je dnes zatopen Vodní nádrží Orlík. Stavba byla realizována na volném prostranství, teprve později ji obklopily domy až do těsné blízkosti. Již koncem 19. století se most stal předmětem kritiky jako překážka v rozvoji a prostupnosti města s tím, že celá trasa měla být vedena mnohem dále na východ, ale v době stavby byly levné venkovské pozemky tehdy pro železnici nevhodnější a jako takové určitě ovlivnily polohu viaduktu v realizované trase.

Základní větev viaduktu je tvořena 87 klenbami, z nichž 79 je z pískovcového zdiva, světlosti 6,39–10,75 m. Osm plochých klenb přes obě dnešní ramena Vltavy je ze žulového zdiva, jejich světlost je 25,3 m. Pilíře mostu byly vystavěny z lomového opukového kamene loženého na maltu s lícovým zdívem z pískovce. U klenb přes Vltavu byl líc pilířů zbudován opět ze žulových kvádrů. Část klenb a pilířů od ulice Za Poříčskou branou směrem k autobusovému nádraží Florenc byla vystavěna ze zdiva cihelného, z tzv. cihel zvonívek, tedy ostře pálených a více odolných proti povětrnosti. Některé klenby a pilíře jsou čistě z cihelného zdiva, místy v kombinaci s pískovcem (průčelní zdi a čelní pás klenby a také líc pilířů).

Se svými 1110 m, které měl viadukt po dokončení, se stal ve světovém měřítku unikátem,



Negrelliho viadukt na leptu z roku 1854, Karel Brantl

mnohde se v té době stavěly obdobné mosty ještě ze dřeva. Stavbaři odvedli úctyhodnou práci, most odolal povodním, zubu času i zvyšujícímu se zatížení od železničních souprav. V roce 1871 (v době krátce po zbourání městských hradeb) byl na východní straně v délce 351 m postaven tzv. karlínský spojovací viadukt pro trať Hrabovka–Karlín, tedy pro přímé spojení Buben a Libně bez nutnosti zájždět na Ferdinandovo nádraží. Větev sestávala z 26 oblouků (10 z kamene, 16 z cihel) se dvěma ocelovými nýtovanými příhradovými mosty.

Původní založení oblouků viaduktu

Již od starověku až do doby 19. století se čelilo většímu sedání konstrukce tím, že na stlačitelné půdě se stavba zakládala na dřevěných pilotách, častěji však na ležatých dřevěných rostech nebo na sypané vrstvě písku nejméně 1 m silné, která roznášela váhu

stavby na větší plochu. Neúnosná půda se také zhutňovala zarážením kůlů. Masivní pilíře Negrelliho viaduktu byly založeny na mohutných dřevěných rostech nebo dřevěných pilotách, případně přímo na skále, pokud byla v základové spáře zastřižena.

Zakládání staveb do vodního prostředí bylo odedávna těžkým oríškem, protože voda se ze zájmkovaného prostoru čerpala vynášením ve vědrech nebo čerpáním korečky šlapacích kol, poháněných lidmi nebo koňmi. Nebylo zvláštností, že čerpání zaměstnávalo 300 lidí, kteří stěží nahrazovali dnešní 30kW motor. Pro jímky se používaly štetovnice, hranoly ze dřeva, které měly klínovitou špičku opatřenou plechem (botkou). Několik těchto špiček, štetovnic i pilot bylo při odtěžování materiálu z budoucích jímek nalezeno. Další součástí štetové stěny byly vodící piloty kruhového profilu, které nesly kleštiny. Mezi



Stavba viaduktu na akvarelu před rokem 1848, B. Anděl



Podélný řez viaduktu se znázorněním způsobu založení

kleštiny byly následně beraněny jednotlivé štětovnice. Mezi štětovnicemi vznikaly vlivem nerovnosti dřeva a nepřesnosti beranění štěrby, které byly těsněny koudelí a tvrdými klínky.

I když bylo pro těžkou ruční práci dostatek pracovní síly, při zakládání pilířů Negrelliho viaduktu se už využívalo slý páry, zejména k čerpání vody z jímek. Parní stroje byly ukryty v dřevěných kůlnách a byly spojeny s korečkovými či šroubovými čerpadly, každé z nich mělo výkon přibližně 12 k. Soudobý tisk uvádí, že parostroje mohly být poháněny i mlýny na vápno a beranidla. Nejednalo se však o klasické parní motory v podobě kompaktní lokomobily, známé z pozdějších let. Přesnější informace o těchto strojích, bohužel, chybí.

Stavební úpravy ve 20. století

Na přelomu 19. a 20. století byly provedeny rozsáhlé úpravy toku Vltavy, tři ramena pod Negrelliho viaduktem v okolí bývalých Šaškových mlýnů severně od Pobřežní třídy byla zasypana, s nimi zanikly ostrovy Kamenský, Papírnický, Jerusalemský i Rohanský a na rameni Vltavy jižně od ostrova Štvanice byly vybudovány plavební komory. V roce 1972 byla zrušena železniční trať na těšnovské nádraží, která viadukt na šíji mezi Rohanským a Jerusalemským ostrovem podcházela.

V průběhu 20. století byla dispozice mostu různě upravována. Pravděpodobně v roce 1932 došlo k náhradě části viaduktu na jeho začátku, u nynějšího autobusového nádraží, jednopolevou deskou se zabetonovanými nosníky, zajišťující průchod bývalé uhelné koleje. Původní příhradový ocelový nýtovaný most přes ulici Pernerovu s rozpětím 29,51 byl v roce 1951 nahrazen ocelovou konstrukcí se spřaženou železobetonovou deskou mostovky. (Druhé pole nad ulicí Prvního pluku má rozpětí 22,83 m a bylo obnoveno v roce 1936.) O něco později byla část klenb – v místech křížení s ulicemi Křížkova a Bubenské nábřeží – nahrazena jinými konstrukcemi z důvodu nedostatečné šířky a výšky pro provoz ve městě. Část viaduktu nad Křížkovou ulicí byla v letech 1954–1956 nahrazena nosnou konstrukcí z prefabrikovaných nosníků z předem předpjatého betonu. Jednalo se o první realizaci tohoto typu konstrukce na železnici u nás. Položení



Situční plán Prahy a okolí z let 1845–1847 již se zákresem viaduktu, Johann Loth

třetí, posunovací slepé koleje v druhé polovině 19. století na předmostí původní větve z Masarykova nádraží si vynutilo kolem roku 1951 náhradu původního kamenného zábradlí úzkým zábradlím ocelovým, které v obloucích muselo být ještě vyloženo na železobetonové konzolky. V roce 1981 nahradila klenby přes Bubenské nábřeží dvojpolevá nosná konstrukce z dodatečně předpjatých nosníků KT. Podle částečně zachované archivní dokumentace byly ve 30.–50. letech některé klenby přezděny novými pískovcovými kvádry, případně byl zcela vyměněn líc pilířů a průčelních zdí. Kvalita použitého pískovce byla zřejmě velmi různorodá a bylo patrně již tehdy nutné dosloužit kameny vyměnit. Některé cihelné i pískovcové klenby byly v této době nahrazeny železobetonovými klenbami na původních pilířích mostu.

V současné době je Negrelliho viadukt i s karlínskou spojkou tvořen celkem stovkou klenb a pěti poli jiných nosných konstrukcí a jeho celková délka je cca 1430 m.

Prostory pod oblouky

Prostory pod oblouky mostů, zejména v oblasti Karlína, byly s rostoucí průmyslovou výrobou postupně obsazeny, zabeďeny, případně přepaženy nebo vybaveny vestavěnými patry, a využity jako kóje k různým účelům zejména řemeslníky a speditéry jako skladové místnosti, garáže či provozovny. (Několik oblouků využívá ještě dnes pro své potřeby též přilehlé autobusové nádraží Florenc.) Například v počátcích rozvoje automobilismu v roce 1906 zřídila firma Velox ve dvanácti obloucích mostu největší garáže v rakousko-uherské monarchii, a to s kapacitou 50 automobilů a 100 motocyklů. V roce 1996 se orgány města snažily s ČD, s. o., dohodnout koncepci dalšího využití

prostoru pod oblouky, k dohodě však tehdy nedošlo. V letech 1999–2002 (tedy ještě před povodní v roce 2002) byly mezi ulicemi Křížkovou a Sokolovskou výplně mostních oblouků vybourány a byl obnoven průhled. V souvislosti se zamýšlenou rekonstrukcí mostu se městská část snažila u SŽDC, s. o., prosazovat reprezentativnější využití oblouků, například pro kavárny nebo butiky, navrhováno bylo též kulturní využití. Na popud městské části Praha 8 vypořádala SŽDC smlouvu na pronájem oblouku u Sokolovské ulice provozovateli sběrný surovin. Pověřenému správci, kterým jsou České dráhy, a. s., byl vydán pokyn, aby nebyly uzavírány nové nájemní smlouvy na prostory v obloucích viaduktu.

Ing. Linda Černá Vydrová, Ph.D., *Hochtief CZ, a. s., katedra geotechniky FSv ČVUT*

Theme: Reconstruction of the Negrelli viaduct

From April 2017, a complex reconstruction of the Negrelli Viaduct in Prague - a 160-year-old connection between the southern and northern routes at the Prague railway junction. Due to the significance of this monumentally protected construction and the great share of special foundation work on its reconstruction, we decided to bring the theme closer in its wider context. We will gradually describe the history and way of construction of the viaduct in the middle of the 19th century and we will bring near the ongoing complex reconstruction project in its entire width and complexity. A series of articles will then be completed with a detailed description of the realized works of the special foundation.

PRÁCE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ NA REKONSTRUKCI NEGRELLIHO VIADUKTU

Při rekonstrukci Negrelliho viaduktu byla využita rozsáhlá škála technologií speciálního zakládání. Jednalo se především o posílení základů pilířů mostu sloupy tryskové injektáže a sanace dříků a opěr pilířů pomocí nízkotlaké injektáže, včetně pilířů v řečišti Vltavy. Kromě těchto hlavních technologií byly využity např. i technologie mikropilot pro nové založení mostních opěr a technologie beranění pro zřízení štětových jímek kolem sanovaných pilířů v řečišti. Hlavním dodavatelem prací speciálního zakládání pro sanaci spodní stavby je společnost Zakládání staveb, a. s.

Geologické a geotechnické podmínky
Zájmové území je tvořeno plochou údolní nivou řeky Vltavy a je v maximální míře ovlivněno antropogenní činností. Jedná se o území, které se historicky nalézalo před hradbami Prahy, kde v té době byla Vltava rozlita do několika ramen, která byla později zavezena. Celý terén byl později v minulosti upraven navážkami, které zde dosahují mocnosti až 6 m. Skalní podloží je budováno horninami pražského ordoviku. V zájmovém území se na pravém břehu Vltavy nachází šárecké a bohdalecké vrstvy, které přecházejí směrem blíže k Vltavě do záhořanských vrstev. Směrem k severu, u Rohanského ostrova, pak přechází skalní podloží do vinického souvrství. Pod korytem řeky se objevují ještě vrstvy letenské. Všechna tato souvrství náleží do svrchního paleozoika stupně Beroun. Tato souvrství jsou charakterizována jako sled zvrásněných tmavošedých prachovců, prachovitých břidlic, jílovitých břidlic až jílovců. Pokryvné útvary jsou v zájmovém území reprezentovány především typickými pleistocenními terasovými fluvialními sedimenty překrytými holocenními náplavami a navážkami. Terasové uloženiny Vltavy tvoří pisky s hlinitou příměsí. V hlubších polohách přecházejí sedimenty do písků a štěrko-písků. Při bázi je sediment často hrubě štěrkovitý až balvanitý. V místě, kde začíná Negrelliho viadukt (na karlínské straně při úpatí kopce Vítkov), se navíc nachází významná tektonická linie – pražský zlom. Ta způsobuje významné oslabení pevnosti okolních hornin. Pražský zlom je na severní straně doprovázen zónou silného tektonického porušení. Jedná se tak o široké poruchové pásmo, složené z řady dílčích paralelních zlomů.

Hydrogeologické poměry

Výskyt podzemní vody je v zájmovém území vázaný především na dobře průlinově propustné písčité a štěrko-písčité terasové polohy. V těchto polohách se vytváří souvislá hladina podzemní vody, jejíž úroveň je vázaná na stav vody ve Vltavě. Ordovický skalní podklad je na podzemní vodu chudý. Břidlice v nevětralém stavu jsou velmi málo propustné, jejich zvětraliny jsou charakteru



Realizace sloupů tryskové injektáže v podzákladí pilířů, SO 14-08

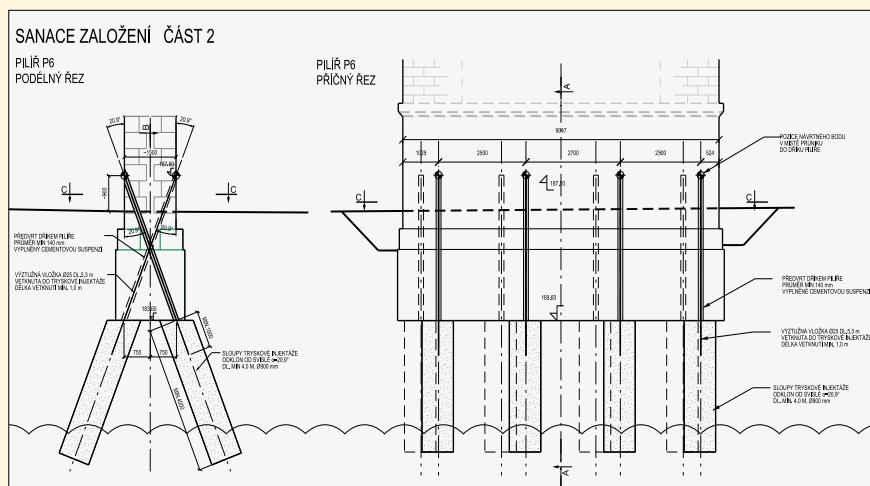
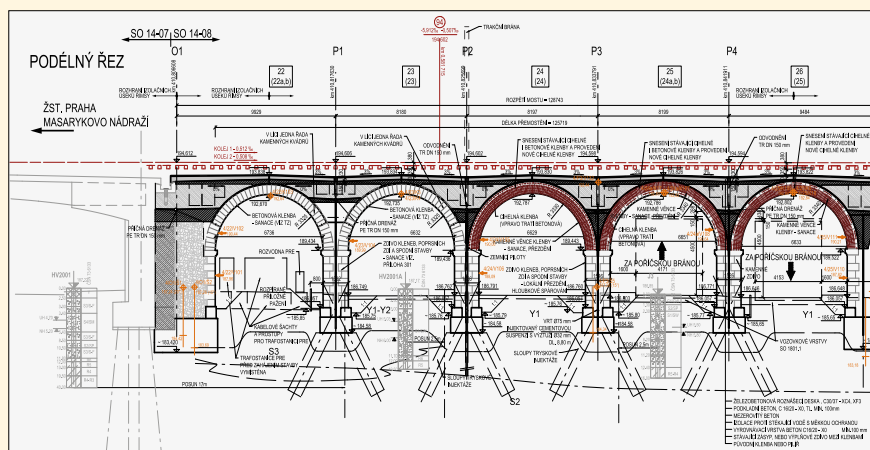
špatně propustných jílovitých zemin. Podzemní voda v ordovických břidlicích má převážně síranovou agresivitu, přičemž nejvyšší agresivitu vykazuje souvrství bohdalecké.

Trysková injektáž podzákladí pilířů viaduktu (SO 14-07, 08, 09, 10, 13)

Stávající pilíře mostů jsou založeny převážně na dřevěných pilotách. Jelikož horní část těchto pilotových základů se nachází v oblasti kolísání hladiny podzemní vody, byla obava, že tyto základy mohou být již částečně degradované. Na základě průzkumných prací a následného podrobného statického posouzení základů jednotlivých pilířů, zpracovaného doc. Ing. Janem Masopustem, CSc., bylo tedy následně nutné u některých stavebních objektů navrhnout a realizovat úpravu stávající základové konstrukce pilířů technologií tryskové injektáže. Pomocí sloupů TI tak byla základová spára pilířů prohloubena až na úroveň skalního podloží. U některých SO bylo naopak na základě statického posouzení prokázáno, že stávající založení zajišťuje i do budoucna bezpečný přenos zatížení z nosné konstrukce do podloží, a není zde proto nutné základy těchto pilířů posilovat. Pro ověření vhodnosti použití technologie tryskové injektáže a stanovení návrhových parametrů byla

před zahájením prací realizována v rámci stavby dvě zkušební pole TI. Jedno zkušební pole bylo realizováno v oblasti Karlína, druhé pak v oblasti ostrova Štvanice – tedy v geologických vrstvách částečně rozdílných a místně příslušných poloze sanovaných pilířů. Provedené a vyzrálé pilíře TI byly následně na těchto zkušebních polích obnaženy a byly z nich odebrány vzorky pro laboratorní rozbor. Výsledky byly vyhodnoceny a posloužily k finalizaci návrhu TI. Systémové vrty pro TI se prováděly na jednotlivých pilířích z upravených pracovních plošin skrz jejich stávající zdívo. Za základovou spáru těchto pilířů byla pro návrh TI považována spodní část zdíva patky, nikoliv úroveň spodní hrany dřevěného základového roštu podepřeného skupinou dřevěných pilot.

Sloupy TI byly navrženy a vrtány vždy z obou stran příslušného pilíře, střídavě proti sobě, šikmo pod základovou spáru. Navrženo bylo tedy vždy podchycení pomocí dvou řad sloupů TI Ø 900 mm s tím, že sloupy TI musely být patou vetknuty na délku cca 1,0 m do předkvartérního podloží (břidlic tř. R5), což odpovídalo celkové délce sloupů $L = 4\text{--}13$ m. Dřívky pilířů jsou do hloubky cca 0,3 m tvořeny kamenným zdívem (pískovec, žula, opuka), jádro je tvořeno jednak úlomky



Prohloubení základové spáry pilířů viaduktu pomocí sloupů tryskové injektáže, SO 14-08

těchto hornin, jednak pojivem z hydraulické malty, popř. ještě břidlicemi a jejich úlomky. Předvrtý přes toto zdívo mostních pilířů byly prováděny rotačním plnočelbovým příklepným vrtáním (ponorné kladivo) o průměru vrtu 185 mm na vzduchový výplach. Použita byla hydraulická vrtná souprava na pásovém podvozku MSV 741/20 (výrobce ZS) a kompresor Atlas Copco XAHS. Následné vrtý pro sloupce TI M1 (vzestupný způsob) byly prováděny rotačním plnočelbovým vrtáním o průměru vrtu 140–185 mm na vodní výplach, v případě zavalování vrtů a jejich nestability byl vodní výplach zaměněn za výplach cementovou suspenzí, zajišťující dostatečnou stabilitu vrtu. Vlastní TI byla realizována jako jednofázová (M1) se sloupce $\varnothing 900$ mm o pevnosti v prostém tlaku 5,0 MPa po 28 dnech. Pro zajištění propojení sloupů TI se stávajícími základovými konstrukcemi dle PD byl navržen výztužný ocelový trn $\varnothing 25$ mm, který byl vkládán do převrtu po dokončení sloupů TI. Tento spojovací trn zasahuje do sloupce TI na délku nejméně 1,0 m. Pro výše uvedené práce byly použity hydraulické vrtné soupravy HBM 12K/Hy-ZS (výrobce Hausherr SRN a úprava ZS) a vrtná souprava Jano HVS 482 na pásovém podvozku a ve stísněných prostorách hydraulická vrtná souprava na pásovém podvozku MSV 741/20. Injekční

směs se vyráběla v automatickém výrobním centru TWM 30, cement se dával při výrobě z tlakového zásobníku 56 m³. Při realizaci TI M1 bylo použito vysokotlaké čerpadlo TW 600. Celkem bylo takto k polovině srpna letošního roku provedeno přes 500 sloupů tryskové injektáže.

Problémy při realizaci tryskové injektáže

Již při provádění zkušebních vrtů a hloubení prvních systémových vrtů (pilíř č. 7 na SO 14-13) se zjistilo, že zastižené vrstvy kamenné rovnání a říčních náplavů (šterkopisky) jsou velmi rozvolněné a nesoudržné (absence jemných částic) a dochází tak při hloubení rotačním způsobem na vodní výplach k rozvolňování stěn vrtu, ze kterých pak vypadávají větší kameny. Ty se pak hromadí na počvě vrtu a po jistém čase způsobí utěmování vrtné korunky a tím se vrtný postup v podstatě zastaví. Prostředí bylo tedy při použití běžného vodního výplachu nevrtnatelné. Tato skutečnost a charakter zastiženého geologického prostředí se pak následně potvrzovala i na dalších vrtech. Bylo proto nutné reagovat a modifikovat postup při hloubení vrtů. Bylo rozhodnuto vyzkoušet tzv. těžký (cementový) výplach, který dokáže stabilizovat (zapažit) stěny vrtu a zároveň zajistí velmi dobrý výnos vrtné měli z počvy vrtu. Souvisejícím



Provádění sloupů tryskové injektáže pro založení nově budovaných mostních pilířů a oblouků na ostrově Štvanice, SO 14-13

problémem byly úniky injekční směsi, resp. byla registrována podstatně větší spotřeba směsi oproti předpokladům projektu. Sanovaná trasa prochází oblastí, která byla v minulosti několikrát zatopena při povodních, a mohlo zde tedy v některých místech docházet k extrémnímu vyplavování jemnozrnného materiálu. Na základě opakované ztráty injekční směsi, která signalizovala značnou rozvolněnost geologického prostředí v podloží vrstvách, bylo nakonec rozhodnuto a schváleno projektantem provést dodatečný neinvazivní geofyzikální průzkum zaměřený na ověření mocnosti, zrnitosti a ulehlosti vrstev podzákladí a zjištění rozvolněných zón. Hrozilo totiž reálné nebezpečí, že pokud by byl použit vodní, resp. jílocementový, výplach v prostředí mezerovitého prostředí šterkopisků pod pilíři, kde dochází k většímu infiltrování a ztrátě výplachu do okolí vrtu, mohlo by zde dojít k výraznému snížení konečné pevnosti geokompozitu. To by nebylo žádoucí a bylo by to v přímém rozporu s požadavkem projektanta na min. pevnost sloupů TI 5,0 MPa/28 dní. Vyhodnocení geofyzikálního průzkumu tyto skutečnosti potvrdilo a vymezilo oblasti, kde je třeba na ně reagovat. Řešením bylo rozhodnutí používat v těchto místech při vrtání stejnou směs, jaká byla navržena pro konečné sloupce TI, tudíž



Hloubení vrtů pro nízkotlakou injektáž dřívků pilířů, SO 14-10

cementovou směs, která musí vykazovat příslušný pevnostní parametr. Výše uvedené skutečnosti nemohly být při přípravě projektu objektivně předvídaný a kompletně podchyceny, mj. také vzhledem k velikosti a členitosti zájmového území, odstupu času a s přihlédnutím k poslední povodni v roce 2013. Provedení zkušebních polí TI a provedení do-datečného geofyzikálního průzkumu tak splnilo svůj účel, byl lépe zmapován skutečný stav podloží v čase realizace, na základě čehož mohla být včas upravena technologie provádění a také upravena délka sloupů tak, aby sloupy TI dosáhly vždy až na rozhraní mezi sedimenty a břidlicemi a byly do nich vetknuty.

Klasická nízkotlaká injektáž dřívků pilířů (SO 14-06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13)

Na základě výsledků vodních tlakových zkoušek, kterými byla zjištěna mezerovitost zdiva jádra pilířů > 10 %, byla projektantem navržena injektáž jádra dřívků pilířů i základů opěr pomocí svislých vrtů prováděných z prostoru po odtěžení zásypů mezi jednotlivými klenbami mostních polí. Vrtů byly umístěny vždy v ose příslušného pilíře v rozteči přibližně

ru, délka vrtů byla tedy proměnná v závislosti na výšce (a hloubce založení) pilíře. Projekt předpokládal odstranění zásypů klenb do úrovně budoucího podkladního betonu pod svodem odvodnění. Odtěžení zásypů bylo proto provedeno ve dvou etapách. Nejprve na úroveň pracovní plochy pro realizaci injektáže dřívků pilířů a teprve po dokončení injektáže byl zásyp odtěžen na konečnou úroveň stanovenou projektem. Do hotového vrtu měla být po injektáži vložena betonářská výztuž Ø 32 mm. V případě nemožnosti osazení výztuže do čerstvé směsi bylo nutné nechat zálivku zatvrdnout, vrt následně převrtat a výztuž osadit do nové čerstvé cementové zálivky. Nízkotlaké injektáže byly vždy provedeny před sanacemi povrchu příslušných pilířů.

Realizace nízkotlaké injektáže

Úvodem je opět třeba konstatovat, že jak už to u sanací a rekonstrukcí historických objektů bývá, ani v tomto případě nemohly být na základě průzkumu při přípravě projektu objektivně předvídaný a kompletně podchyceny stavy původní konstrukce a skladba materiálů zabudovaných do konstrukce. Projektant vycházel z podkladů archivní dokumentace.



Vrtů pro nízkotlakou injektáž v ose pilíře s osazenými PVC průchodkami, SO 14-10

700 mm a vrtáno bylo v celé délce pilíře až cca 25 cm nad jeho základovou spá-

rově. Ověřovací sondy bylo možné provést ve velmi omezeném rozsahu vzhledem k funkčnímu kolejišti. Tam, kde je bylo možné provést, nebyly odchylky zjištěny, podrobný průzkum byl proveden až po zahájení výluky a demontážních pracích. Proto bylo nutné reagovat na skutečně zastížené poměry a podmínky, ve kterých byly hloubeny první vrtů (nesoudržný zásyp nad klenbami mostu s projevy zavalování vrtů, nehomogenní materiál v jádru pilířů s vložkami velmi tvrdého materiálu). Následně bylo nutné upravit technologický postup prací při realizaci injektáží a upravit profily vrtů a řešit jejich částečné pažení. V nesoudržném materiálu zásypu nad klenbami bylo nutné provádět vrtů pro injektáž jako pažené s použitím výpažnice, což vyžadovalo podstatné zvětšení profilu vrtů oproti projektu. V prvním kroku byl tedy proveden vrt o průměru 203 mm rotačně duplexovým způsobem na vzduchový výplach přes vrstvy zásypu mezi ústím injekčního vrtu a horní úrovní pracovní plošiny v délce cca 1,5 m. Použity byly hydraulická vrtná souprava na pásovém podvozku Jano-7 HVS 6187 a HBR 504 FTW a kompresor Atlas Copco XRVS. Do vrtu byla následně osazena PVC průchodka (trubka Ø 160/4 mm), která byla ukotvena zalitím cementovou suspenzí. Po jejím zatvrdnutí byl proveden převrt a vrt pro vlastní injektáž do předepsané úrovně. Původní profil vrtů 75 mm do jádra pilířů bylo vzhledem k nehomogennímu materiálu v jádru pilířů nutné také zvětšit. Hrozilo by zde jinak riziko možného zaklínění a následné ztráty vrtného nářadí, což by vedlo k absolutnímu znehodnocení vrtu, nutnosti provádění dalších souběžných vrtů a tím nedodržení stanoveného geometrického umístění vrtů dle projektu. Vrtů pro injektáž skrz vlastní pilíře byly proto provedeny rotačním plnočelbovým přiklepovým způsobem vrtání (ponorné kladivo) o průměru vrtu 125–152 mm na vzduchový výplach. Použito bylo stejné strojní vybavení jako v přechodném kroku. Pro omezení prašnosti byl při vrtání nasazen pěnový odprašovač. Nízkotlaká sanační injektáž dřívků pilířů

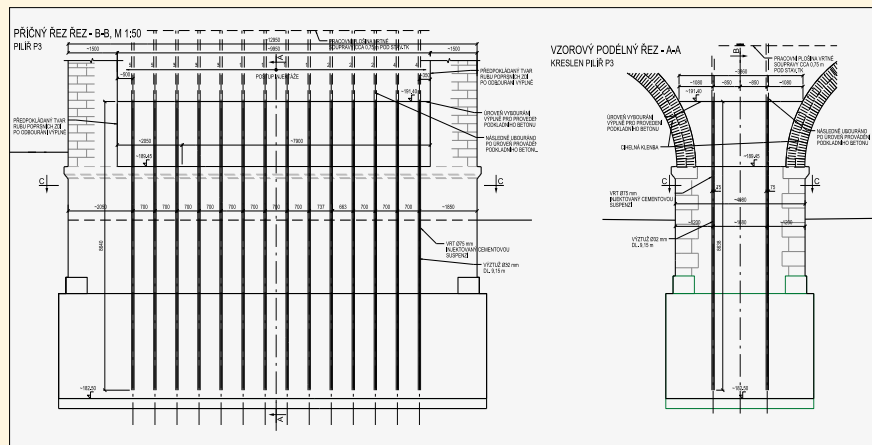


Schéma vrtů pro realizaci nízkotlaké injektáže v ose pilíře s osazenou výztuží, příklad pilíře na SO 14-06

byla prováděna pro jednotlivé vrtů při nejpo-
malejším chodu injekčního čerpadla (4–7 l/
min) až do dosažení koncového injekčního
tlaku 0,2 MPa pomocí jednoduchého rozpí-
natelného obturátoru upnutého do vrtu. Po
dokončení injektáže byl následně do každého
injekčního vrtu vložen výztužný ocelový trn
Ø 32 mm. Trny byly instalovány do převrtů,
realizovaných minimálně po 48 hodinách od
ukončení injektáže daného injekčního vrtu.
Před osazením výztužného trnu byl vrt vze-
stupně vyplněn cementovou zálivkou. Pro
nízkotlakou sanační injektáž díků pilířů bylo
použito injekční čerpadlo Haponic 4/52, akti-
vační míchačka AKC 025 a domíchávač DM
025. Celkem bylo k polovině srpna letošního
roku provedeno přes 1000 vrtů pro nízkotla-
kou injektáž.

Zemnicí mikropiloty

Na vybraných pilířích byly v ose pilířů (opěr)
navrženy a realizovány dvojice zemnicích mi-
kropilot ukončených 4 m pod základovou
spárou pilíře. Vrtů Ø 200 mm byly realizová-
ny rotačně duplexovým způsobem na vzdu-
chový výplach. Po dohloubení vrtů na projek-
tem požadovanou délku, dokonalem
pročištění vrtů a zalití vrtů cementovou záliv-
kou byly do vrtů osazeny jednotlivé výztužné
trubky Ø 108/16 mm. Cementová zálivka
byla provedena vzestupně, od počvy vrtu až
k ústí. Pro injektáž kořene mikropiloty byla
použita „neusměrněná“ vysokotlaká injektáž.
Ta byla provedena pomocí injekční manžeto-
vé PVC trubky Ø 32/3,6 mm osazené podél
výztužné trubky mikropiloty. Při injektáži ko-
řenů mikropilot byly použity injekční čerpadlo
Haponic 4/52, aktivací míchačka AKC 025
a domíchávač DM 025. Mikropiloty jsou
ukončeny nasazenou roznašecí hlavou dle
typového řešení pro přenos tlakových i tahu-
vých sil, ke které byl přivařen zemnicí pásek.
Zemnicí pásek dále pokračuje v rámci torkre-
tu na rubu poprsních zídek. Vrtů pro mikropi-
loty byly provedeny rotačním duplexovým
způsobem vrtání o průměru vrtu 140–
185 mm na vzduchový výplach, použity byly
hydraulická vrtná souprava na pásovém pod-
vozku Jano-7 HVS 6187 a HBR 504 FTW
a kompresor Atlas Copco XRVS. Celkem bylo
do poloviny srpna letošního roku provedeno
přes 30 uzemňovacích mikropilot.

Sanace objektu bývalé celnice (SO 14-10)

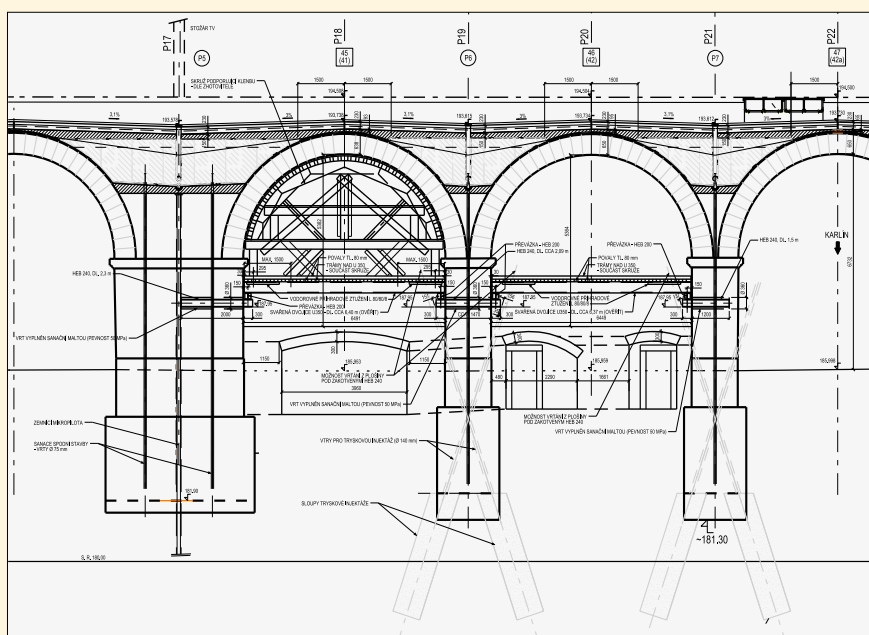
Stavebním objektem je jednopodlažní dvouko-
lejný most o devíti polích s nosnou konstrukcí
tvořenou pískovcovými klenbami, uloženými
na plošně založených pískovcových pilířích.
Na základě průzkumu bylo zjištěno, že v mís-
tě mostních klenb č. 45 a 46 se nacházejí
pod úroveň dnešního terénu cihelné klenby
bývalé celnice, které je třeba památkově chrá-
nit. V rámci rekonstrukce zde proto byla



Vrtání mikropilot a sloupů T1 v prostoru bývalé celnice z pracovní plošiny, vynesené na ocelových nosnících, SO 14-10

navržena opatření, která by měla zabránit je-
jich poškození po dobu provádění sanace zá-
kladů přilehlých pilířů. Kopanými sondami
bylo zjištěno, že pod obloukem č. 45 je vesta-
věna cihelná klenba tl. 30 cm a světlosti cca
3,5 m se zazděným oknem, směřujícím na
západ. V klenbě č. 46 byla zjištěna vestavěná
cihelná dvojklenba tl. 30 cm a světlosti
1,3 m. Strop těchto klenb byl v průchodu
pilířem mezi oblouky č. 45 a 46 propadlý,
otvor byl kompletně vyplněn suti a odpadem.
Podlaha vestavby je z kamenných dlaždic.
Podle projektové dokumentace odsouhlasené
orgány památkové péče měly být v místě bý-
valé celnice provedeny svislé mikropiloty, kte-
ré měly sloužit jako podpora pro podpěrnou
skruž nutnou pro zabezpečení klenb mostu
po dobu rekonstrukce. Mikropiloty měly být
vrtány částečně přes stěny vestavby bývalé

celnice. Na základě statického posouzení za-
ložení mostu bylo dále nutné provést i zesílení
základů pilířů mostu pomocí sloupů tryskové
injektáže vrtaných také v prostoru bývalé cel-
nice. Při realizaci obou výše popsaných tech-
nologii speciálního zakládání, při kterých se
v prostoru nad klenbami budou pohybovat
vrtací soupravy, bylo nutné zabezpečit kon-
strukci klenb tak, aby nedošlo k jejich po-
škození. Projekt předpokládal vytvoření samo-
nosné pracovní plošiny pro pohyb vrtných
souprav nad prostorem celnice z ocelových
nosníků a roznašecího roštu. Podpory pro
tuto konstrukci měly tvořit vlastní pilíře mos-
tu, do kterých měly být ocelové nosníky ulo-
ženy pomocí vybouraných kapes ve zdivu.
Vlastní prostor celnice měl být pak zakonzer-
vován ve stávajícím stavu. Během stavebních
prací byly však odhaleny z hlediska

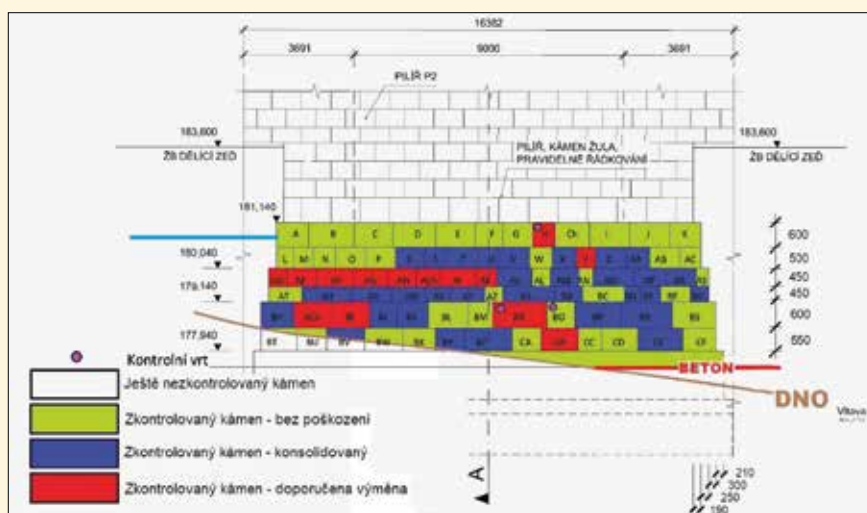


Návrh zajištění skruže mostních klenb v prostoru bývalé celnice se zachovanými cihelnými původními klenbami pod úrovní terénu včetně návrhu prohloubení základové spáry pilířů pomocí sloupů T1, SO 14-10

památkářů některé nové skutečnosti. Z toho důvodu MHMP OPP přehodnotil situaci a nově požadoval kompletní vyčištění a podrobné zaměření všech nalezených prostor a konstrukcí bývalé celnice, aby bylo možné co nejvěrněji zdokumentovat původní stav před zasypáním. Po odhalení podlahových konstrukcí byly zde prováděny kopané sondy pro zjištění skladby podlah, provázanosti jednotlivých konstrukcí a pro ověření hloubky základové spáry přilehlých mostních pilířů. Všechny odhalené prostory byly postupně zajišťovány masivní výdřevou, která zde bude ponechána i po dokončení rekonstrukce mostu. Veškeré stavební úpravy související s probíhající rekonstrukcí vlastního mostu v tomto prostoru bylo proto nutné dispozičně přehodnotit a provádět tak, aby zásahy do historických konstrukcí byly minimalizovány, neboť památkovou a vypovídající hodnotu mají právě jednotlivé fragmenty těchto konstrukcí. Z hlediska speciálního zakládání se jednalo o úpravy polohy sloupů T1 a také polohy mikropilot zajišťujících založení podpěrné skruže v místě kleneb č. 45 a 46.

Sanace spodní stavby mostu mezi Karlínem a Štvanicí (SO 14-12)

Jedná se o žulový klenbový most o třech polích, který spojuje karlínské nábřeží s ostrovem Štvanice. Délka přemostění činí 107,7 m. Pilíře mostu P1 a P2 jsou založeny plošně na několikastupňové základové patce se základovou spárou v předkvartérním podloží, jež je zde tvořeno ordovickými břidlicemi. Základová spára obou pilířů je na úrovni cca 173,50 m n. m., tj. cca 1,0–2,5 m pod povrchem těchto břidlic. Nadloží je tvořeno fluvialními usazeninami, tj. písčitymi štěrky o mocnosti do cca 3 m. Břehová opěra O1 (na Rohanském nábřeží), jakož i opěra O2 (na Štvanici) mají základovou spáru patek podstatně výše, na úrovni asi 179,00 m n. m., tedy vesměs ve vrstvě štěrku. Podle archivní dokumentace jsou založeny na soustavě dřevěných pilot průměru do 300 mm, délky kolem 4,0 m, spojených v hlavách dřevěným roštem. Vltavské rameno bylo koncem 20. století výrazně upraveno, a to tak, že v poli mezi O2 a P2 je plavební dráha, dno řeky je na úrovni cca 177,50 m n. m. a normálně je zde hloubka vody kolem 2,70 m. V poli mezi P1 a O1 je veden tunel metra (spojky trasy B a C), realizovaný pod ochranou podzemních stěn.

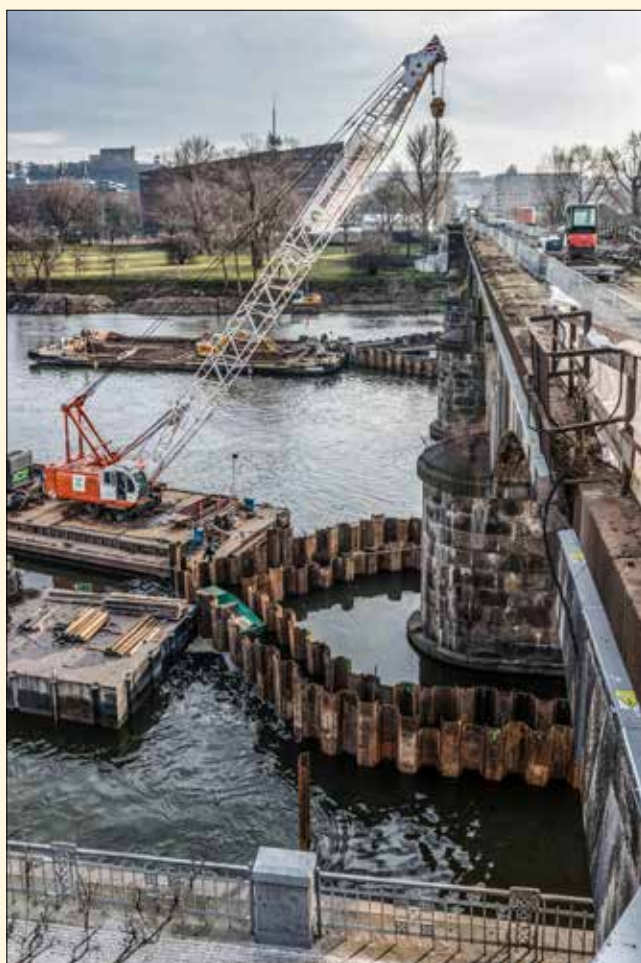


Výsledky potápěčského průzkumu stavu kamenného obkladu na pilíři P2, SO 14-12

Návrh těsněné jímky u pilíře P2 a jeho změna

V projektové dokumentaci byla původně u pilíře P2 mostu navržena poloviční těsněná jímka přimknutá ke stávající železobetonové dělicí zdi. S ohledem na charakter dna v řece (malá mocnost písčitých štěrků, pravděpodobný výskyt kamenů až balvanů, možných zbytků kamenných záhozů a podloží tvořené navětralými břidlicemi) byla navržena dvojí nasazená štetová jímka. Pracovní prostor měl mít šířku 2,0 m. Po vyčerpání

vody a vytěžení měl být v jímce odhalen dřik pilíře až na úroveň základové spáry, obnažené zdivo mělo být prohlédnuto a na základě prohlídky měla být stanovena výměna zvětralých, rozpadlých či jinak poškozených prvků pláště pilíře. Následně mělo být provedeno postupné hloubkové spárování zdiva aktivovanou cementovou maltou a klasická injektáž zdiva cementovou maltou prostřednictvím bezjádrových vrtů. Před zahájením prací provedl zhotovitel na vlastní náklady doplňující potápěčský průzkum. Tento průzkum odhalil nejen částečnou absenci kamenného záhozu v řece kolem pilíře P2 a nevyhovující stav jeho základového zdiva (drolící se kameny, otevřené hluboké spáry mezi kameny), ale hlavně odhalil zásadní komplikaci a překážku pro realizaci projektového řešení – byla zde objevena betonová deska kolem pilíře v místě plánované jímky. Po jejím zaměření potápěči bylo zjištěno, že deska zasahuje přibližně do vzdálenosti 3–4 m od pilíře v úrovni dna. K desce nebyla dohledána žádná archivní dokumentace a nakonec byla po několika jednáních vyloučena možnost jejího vybourání. Jímku nebylo možné, vzhledem k existenci plavební dráhy, odsunout až za tuto překážku. Navržené řešení tedy bylo nutno změnit a požadované průzkumné práce a následná oprava zjištěných závad musely být provedeny pomocí potápěčů. Ke kontrole žulového obložení pilíře pod vodou byl použit vysokotlaký vodní paprsek o tlaku 300 barů a rotační hlavička tak, aby bylo dosaženo pulzního mechanického efektu. Jednotlivé kameny byly po kontrole



Beranění dvojité štetové jímky kolem pilíře P4, SO 14-14



Probíhající sanační práce na pilíři P3 a rozebírání jímky na již sanovaném pilíři P2, SO 14-14

zařazeny do tří skupin – bezvadný, mírně zvětralý a rozpadající se. Rozpadající se kameny nad úrovní hladiny byly vyměněny a pod vodní hladinou byly ubourány a otvory následně zaplombovány betonem. O konečném způsobu sanace, která byla nakonec realizována jako kombinace sanačních prací prováděných shora z mostu (injektáž dířku pilíře pomocí svislých vrtů), a činnostech prováděných pod vodou (spárování, hloubkové spárování, výměna kamenů, betonáž) bylo rozhodnuto po důkladném zvážení všech faktorů ovlivňujících průběh rekonstrukce na daném objektu s ohledem na minimalizování dopadu na provoz ve vodní komoře a plavební dráze za účasti investora, projektanta, zhotovitele a dodavatele speciálního zakládání – společnosti Zakládání staveb, a. s. Vzhledem ke zjištěnému rozsahu porušení pláště pilíře P2 následně investor rozhodl i o nutnosti prohlídky pilíře P1, který původně nebyl v projektu zohledněn. Tato prohlídka, realizovaná potápěči, odhalila velmi podobný rozsah škod a nutnost sanače obložení pilíře P1 jako na pilíři P2.

Sanace spodní stavby mostu mezi Štvanicí a Bubenským nábřežím (SO 14-14)

Stavební objekt SO 14-14 je jednopodlažní most o pěti polích s nosnou konstrukcí tvořenou žulovými klenbami uloženými na plošně založených žulových pilířích. Most v délce 142 m spojuje ostrov Štvanice s Bubenským nábřežím a čtyři jeho pilíře jsou umístěny v řečišti Vltavy. Projekt rekonstrukčních prací požadoval zpřístupnění zdiva pilířů skrytého pod hladinou a následnou prohlídku obnaženého zdiva až po úroveň skalního podloží. Pro splnění tohoto úkolu bylo tedy nutné nejdříve postupně v řečišti Vltavy vybudovat celkem čtyři vodotěsné jímky ze štětovic. Po vyčerpání vody a výkopu uvnitř jímek mohlo pak následovat vyhodnocení kvality obložení, určení poškozených kamenů k případné výměně a postupně kompletní hloubkové přespárování zdiva aktivovanou cementovou maltou. Poté byla provedena klasická injektáž zdiva pilířů cementovou suspenzí prostřednictvím bezjádrových vrtů Ø 80 mm vystrojených betonářskou výztuží. Vrtů Ø 80 mm byly prováděny celkem ve čtyřech výškových úrovních. Před provedením injektáže a po nich byla provedena vodní tlaková zkouška.

Štětové jímky ve Vltavě

Dočasné jímky byly navrženy na jednoletou vodu na úrovni 181,90 m n. m. Normální hladina Vltavy je na kótě 180,20 m n. m. Mocnost náplavů, které zde tvoří při povrchu jílovitý písek a dále písčité až při bázi hrubě kamenitý štěrk, se v řečišti pohybuje od cca 1,0 m u pilíře P4 až po cca 1,8 m u pilíře P1. Skalní podloží tvoří navětralé vinické jílovité břidlice, které v řečišti nemají zvětralinový plášť, a mají proto již od povrchu charakter horniny R4. Před zahájením prací na konstrukci jímek byly provedeny penetrační zkoušky ke stanovení možné hloubky zabírání štětovic. Dále byl proveden potápěčský doprůzkum dna kolem jednotlivých pilířů pro ověření, zda se v trase štětových stěn nevyskytují nebezpečné překážky, které by bylo třeba odtěžit a dno kolem každého pilíře následně doplnit do původní úrovně. Prostor kolem pilířů nutný k jeho následné sanaci byl poté zajištěn pomocí dvojitého štětového jímek. Vzhledem k tomu, že jsou jímky v poměru k výšce 5,0–5,6 m poměrně úzké,



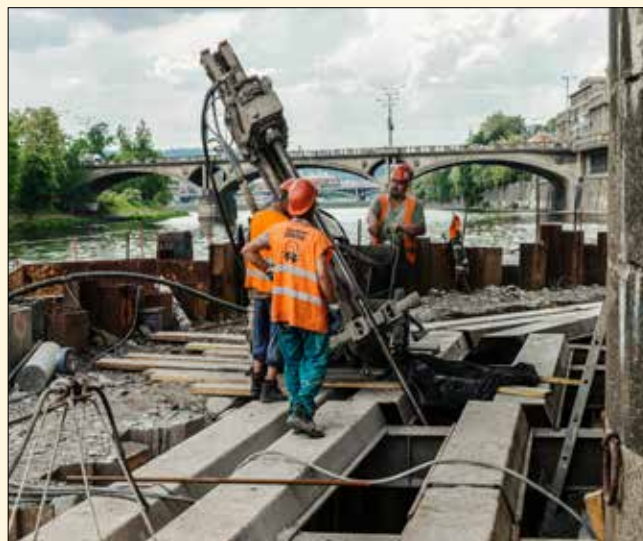
Odtěžování okolí pilíře P4 pod ochranou dvojité jímky, SO 14-14



Obnažená základová konstrukce pilíře P2 uvnitř dvojité štětové jímky před zahájením sanačních prací, SO 14-14

osová vzdálenost štětových stěn je 2,2 m, byly jímky v koruně opřeny o zdivo pilíře. Výkop uvnitř jímky kolem pilířů byl požadován do úrovně povrchu skalního podloží, což bylo prakticky na patu štětové jímky. Konstrukci jímky tvořily dvě rovnoběžné štětové stěny navzájem křížem spojené šikmými táhly. Osová vzdálenost táhel směřujících od úrovně dna do koruny protější stěny byla v případě vnější stěny 2,4 m a v případě vnitřní stěny 1,2 m. Pata vnitřní štětové stěny byla navíc zajištěna v rozteči 1,2 m trny Ø 133/10 mm zavrtanými do skalního podloží. Po instalaci štětovnic včetně šikmých táhel byl prostor mezi štětovnicemi zasypan. Pro omezení průsaků pod patami štětovnic při nerovném povrchu skalního podloží nebo přítomnosti balvanů na bázi šetřkové vrstvy byla každá druhá štětovnice návodní stěny opatřena injektážní trubicí pro možnost dodatečného dotěsnění. Konstrukce jímky byla v koruně rozšířena směrem k pilíři podél vnitřní štětové stěny o cca

1,3 m. Toto vodorovné rozšíření bylo vytvořeno z dvojice štětovnic VL 604 osazených podél vnitřní štětové stěny „na plochu“ na ocelové rozpěry a fixovaných k rozpěrám přivařením. Plošina byla vytvořena a určena pouze pro pojezd vrtné soupravy max. celkové hmotnosti 10,5 t. Souprava se pohybovala podél vnitřní štětové stěny „obkročmo“, jedním pásem po jímce, jedním pásem po plošině. Po provedení sanačních vrtů se plošina demontovala. Rozepření v koruně jímky bylo provedeno pomocí rozpěr z dvojice IPE400, které byly osazeny na rozšířený dřík pilíře a aktivovány klíny z tvrdého dřeva. Rozepření v patě štětovnic bylo provedeno pomocí dřevěných hranolů 14/14 cm v rozteči 1,2 m (každé „vnitřní břicho“ štětovnic). V jímce u pilíře P2 bylo nakonec rozhodnuto ještě realizovat ochranou žlb. desku z betonu C 30/37 tl. 400 mm na podkladním betonu C 8/10 průměrné tloušťky 370 mm. Deska byla vybetonována nad ložnou spárou poslední vrstvy



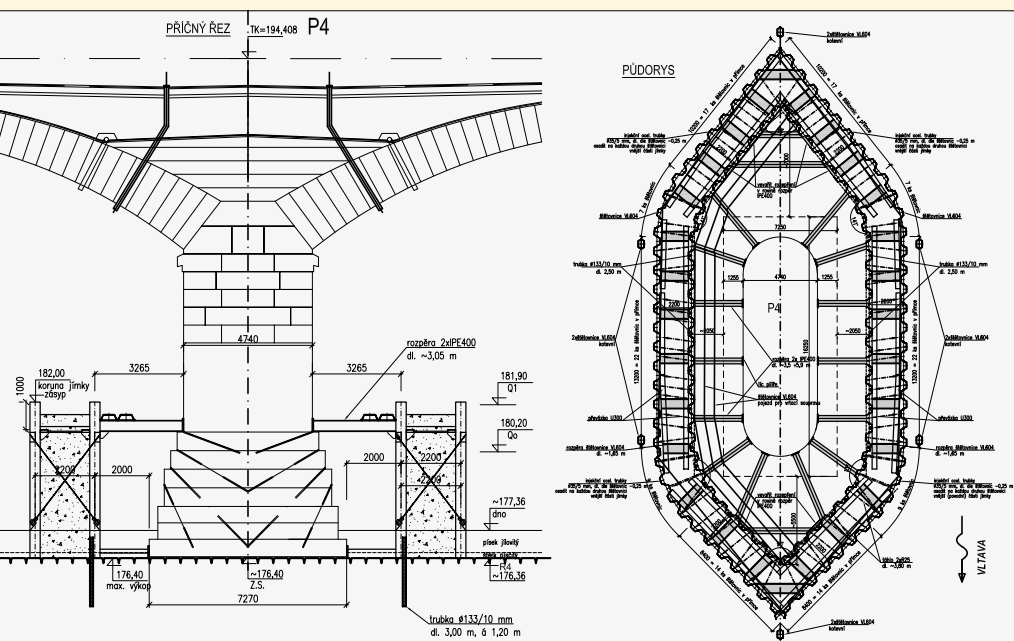
Hloubení vrtů na pilíři P4 pro provedení nízkotlaké injektáže dříku, SO 14-14

kamenného zdiva nad základem a byla oddělena separační vrstvou od štětovnic. Ve dvou jímkách u pilířů P2 a P4 již byly práce kompletně ukončeny, další dvě u pilířů P1 a P3 jsou postupně beraněny a práce uvnitř jímek budou probíhat na podzim letošního roku.

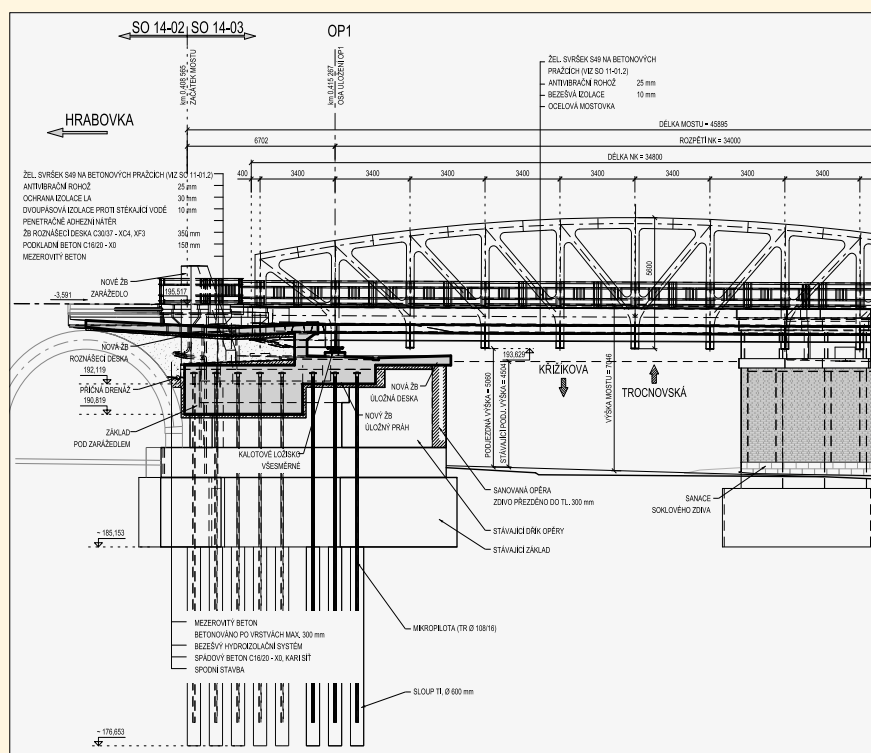
Nové základy mostních objektů SO 14-01, 14-03 a 14-07

Na těchto mostních objektech bylo s ohledem na stavební stav stávajících opěr tvořených velmi různorodým zdivem realizováno nové založení na kombinovaných základech tvořených jednak sloupky TI, jednak ocelovými trubními mikropiloty. Nové železobetonové úložné prahy na opěrách tak budou založeny na skupinách svislých mikropilot, rozmístěných v několika řadách. Mikropiloty procházejí zdivem stávajících opěr v délce cca 3,0–7,0 m a pod úrovní základové spáry jsou vetknuty do sloupů tryskové injektáže Ø 600 mm, délky 6–8 m. Veškeré vrtné práce byly prováděny z pracovních plošin vytvořených na částečně ubouraném povrchu stávajících mostních opěr po snesení mostní konstrukce.

Práce byly zahájeny hloubením vrtů skrz zdivo až na základovou spáru rotačně příklepovým plnočelbovým, případně duplexovým, způsobem o průměru vrtu 140–185 mm na vzduchový výplach. Následně byla realizována nízkotlaká injektáž zdiva (dříku a základu) a po zatvrdnutí převrtání zainjektovaného vrtu opět až na základovou spáru. Vrt pak pokračoval v zemině pod základovou spárou mostních opěr až na úroveň navržené paty sloupu TI. Vrtáno bylo na vodní výplach, v případě zavalování vrtu na cementový výplach. Po dovtření bylo započato s tryskáním sloupů TI jednofázovou metodou. Složení směsi pro TI bylo stanoveno technologem tak, aby pevnost sloupů TI v prostém tlaku po 28 dnech dosahovala předepsaných 5,0 MPa. Po vytryskání sloupů TI a jejich zatvrdnutí byly nakonec



Konstrukční řešení dvojité štětové jímky u mostního pilíře P4 v řecišti Vltavy pro následnou sanaci a schéma klasické injektáže dříku pilíře navržené ve čtyřech úrovních



Mikropilotové založení nových úložných prahů opěry mostu přes ulici Prvního pluku, SO 14-03, podélný řez

skrz zdivo pilířů i skrz provedený sloup TI provedeny převrty Ø 133 mm vyplněné cementovou zálivkou a osazené ocelovými trubkami 108/16 mm, opatřenými hlavou na tlak i tah 200/200/40 mm, které budou v horní části na délku 0,5 m vetknuty do nových navazujících železobetonových pasů.

Závěr

Rekonstrukci tak rozsáhlého a konstrukčně různorodého objektu, jakým je Negrelliho viadukt, jak je patrné z výše uvedeného textu, nebylo jednoduché připravit, vyprojektovat a zrealizovat. Bylo to možné pouze za předpokladu vysoké technické erudovanosti všech zúčastněných partnerů při výstavbě, ochoty aktivně spolupracovat na každodenním řešení vzniklých problémů, vysoké kvality odvedených prací, dodržování odsouhlasených technologických postupů a odhodlání překonávat zdánlivě nepřekonatelné. Negrelliho viadukt bývá někdy Pražany vnímán jako poněkud nepřijemná a nepěkná stavba, která navíc i přes všechny předchozí rekonstrukce a dodatečné zvětšování světlostí mostních oblouků komplikuje dopravu. Málokdo si totiž uvědomuje stáří této významné technické i kulturní památky a její skrytou hodnotu. Věřím, že ta se bude moci naplno projevit po dokončení právě probíhající rekonstrukce a že Pražané posléze tuto stavbu, v novém a čistém kabátě, vezmou za svou.

Ing. Linda Černá Vydrová, Ph.D., Hochtief CZ, a. s., katedra geotechniky FSv ČVUT
Ing. Michael Remeš, Zakládání staveb, a. s.



Mikropilotové založení nové opěry mostu přes Křížkovu ulici, SO 07

Literatura:

1. BAŽANT, Zdeněk. *Methody zakládání staveb*, Československá akademie věd, 1956
2. BAUER, Zdeněk. *Stavební stroje firmy Lanna, Corona, Praha, 2005*
3. SUDOP Praha, a. s. *Rekonstrukce Negrelliho viaduktu, Doplnkový stavebně technický a IG průzkum, Souhrnná zpráva, 07/2014*

4. MARTINEK, Tomáš. *Rekonstrukce Negrelliho viaduktu*, příspěvek na konferenci 23. Mezinárodní sympozium MOSTY/BRIDGES 2018, str. 269-274, SUDOP Praha, a. s.

Foto u celého tématu: Libor Štěrba, archiv Zakládání staveb, a. s., a archiv Hochtief CZ, a. s.



Negrelliho viadukt během rekonstrukce v leteckém pohledu od severu

The work of special foundation for the reconstruction of the Negrelli viaduct

For reconstruction of the Negrelli viaduct, a wide range of special foundation technologies was used. It was mainly the strengthening of the pillar foundations of the bridge by the jet grouting columns and the rehabilitation of the shafts and the pillars' supports by means of low-pressure grouting, including the pillars in the Vltava riverbed. In addition to these main technologies, the use of micro-pile technology for the re-foundation of bridge piers and sheet-pile driving technology for the installation of coffer-dams around rehabilitated piers in the riverbed were also used. The main contractor of the special foundation for the rehabilitation of the lower structure is the company Zakládání staveb, a. s.