

OPRAVA KARLOVA MOSTU KONEČNĚ BĚŽÍ THE REPAIR OF CHARLES BRIDGE IS RUNNING

**DAUT KARA, ZDENĚK BATAL,
VÁCLAV KRCH**

Oprava Karlova mostu po prvních devíti měsících.

The repairing of Charles Bridge in its first nine months.

V loňském roce jsme si po letech příprav mohli konečně říci, že máme v rukou projekt, stavební povolení, byl proveden výběr zhotovitele a může být konečně zahájena oprava Karlova mostu. Vyvrcholilo tím několikaleté úsilí všech zúčastněných.

KONSTRUKCE MOSTU

Karlův most je, jak všichni víme, most kamenný, tvořený šestnácti klenbami nesenými patnácti mezilehlými pilíři a dvěma koncovými opěrami, které se od pilířů konstrukčně zásadně neliší. Zvenčí je vidět kamenný plášť mostu z pískovcových kvádrů. Tento plášť kryje zdivo z lomového kamene, opuky. Zdivo bylo zděno na maltu z písku a hydraulického vápna. Stopy vaječných bílků v maltě doopravdy nalezeny nebyly. Pilíře byly založeny původně všechny plošně ve šterku vltavského dna, po velké vodě roku 1890 byly dva tehdy nově budované pilíře, pilíře č. 5 a 6, založeny na kesozech spuštěných na úroveň skalního podloží. Základy dalších tří nejvíce ohrožených návodních pilířů byly ochráněny proti podemletí souvislými stěnami vytvořenými z malých podlouhlých kesonů spuštěných po jejich obvodě také na skalní podloží. Vozovka je tvořena novodobou dlažbou z žulových kostek, přibližných rozměrů 200/100/60 mm, kladených do cementové malty. Pod dlažbou je cementový potěr kryjící izolaci z natavovacích pásů, která je položena na další vrstvě cementového potěru. Pod ním je vyrovnávací vrstva z keramzitbetonu. Pod ní už buď ona proslulá železobetonová deska, nebo opukové zdivo mostní konstrukce. Železobetonová deska se vyskytuje místy a někdy jenom na jedné polovině mostu.

PORUCHY A JEJICH PŘÍČINY

Příčinou všech významných poškození Karlova mostu v jeho dosavadní historii

byla Vltava, jejíž voda proudící při povodních zvýšenou rychlostí podemlela základy některých pilířů. Proto bylo v předstihu provedeno zajištění základů posledních dvou návodních pilířů, jejichž základy nebyly zabezpečeny až do úrovně skalního podloží, pilířů č. 8 a 9. Jsou to dva pilíře nejbližší levému břehu, resp. Kampě. Navíc byly u všech návodních pilířů zřízeny nové ledolamy.

Karlův most je tedy ochráněn proti nebezpečí hrozícímu při povodních a je možné se věnovat odstraňování poruch, které zatím neohrožují jeho stabilitu, nicméně v průběhu let se stále zhoršují.

V současné době most vykazuje viditelné poruchy, které se projevují navenek trhlinami v povrchu zdiva, posunem v některých sparách a lokálním větráním a rozpadem jednotlivých kamenů pláště.

Příčiny poruch je možné rozdělit do tří skupin:

- Jednou je zatékající srážková voda, která navíc způsobuje pohyb soli, proniknuvší do mostu v době, kdy byla sůl na Karlově mostě používána jako rozmrazovací prostředek.
- Další příčinou jsou cementová malta a cementová injektážní směs, které byly hojně používány při poslední velké opravě mostu. Jsou to materiály výrazně tvrdší než pískovec s daleko nižší propustností pro vodu.
- Poslední příčinou jsou objemové změny konstrukce, a to jak dlouhodobé, v průběhu roku, tak i krátkodobé, v průběhu dne. Most je sám o sobě velice tuhý a objemové změny vyvolávají v jeho plášti napětí převyšující pevnost jak spojovací malty, tak i vlastního pískovce. Těmto objemovým změnám nemůžeme zabránit a statické uspořádání historické konstrukce také nemůžeme měnit. V mostě se v průběhu staletí vytvořila síť trhlin, které napětí od těchto změn minimalizují, a dá se říci, že přirozenou cestou tento problém řeší. Neplatí to o všech trhlínách v mostní konstrukci a je úkolem diagnostiky každou trhlínu posoudit, stanovit příčinu a zvolit správný přístup. Zvláštní skupinu trhlin tvoří trhlíny oddělující na mnoha místech parapetní zábradlí od podstavců soch. Vznik těchto trhlin je dán objemovými změnami, mnohé z nich ale trvale narůstají. Bylo rozhodnuto tyto trhlíny

respektovat a vytvořit do budoucna možnost vzájemného pohybu mezi podstavci soch a zábradlími.

VÝBĚR KAMENŮ

V průběhu přípravy akce byl řešen problém určení nejlepšího druhu pískovce pro opravu lícních kamenných kvádrů. Byla navázána spolupráce s Přírodovědeckou fakultou Karlovy univerzity, Ústavem geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů. Doc. Mgr. Richard Příkryl, Dr., pracovník tohoto ústavu, zpracoval řadu studií zabývajících se původem kamenů použitých při stavbě a opravách Karlova mostu. Hodnotil jejich vlastnosti, zejména odolnost povětrnostním vlivům, a došel k závěru, že nejlépe se osvědčily arkosové pískovce těžené tenkrát v okolí Kamenných Žehrovic a Kralup nad Vltavou. Žádný z tehdejších lomů už v dnešní době není v provozu a v žádném z nich už není možné těžbu obnovit. Pro opravu kamenného pláště by ale bylo jednoznačně nevhodnější použít právě arkosy. Otevření nového lomu je otázkou několika let. Tak dlouho nebylo možné odkládat zahájení opravy, škody od zatékající srážkové vody narůstají. Proto byl hledán náhradní kámen, který by mohl být použit pro opravu podmiňující obnovu izolace. Opět Doc. Mgr. Příkryl, Dr., vyhodnotil všechny pískovce těžené na území naší republiky a ze vzájemného srovnání vyšel jako nejlepší křemitý pískovec těžný v lomu v obci Kočbeře, blízko Jaroměře.

KONCEPCE OPRAVY

Srážková voda proniká stále do konstrukce mostu, a tím se jeho stav stále zhoršuje. Prvním úkolem opravy je zabránit zhoršování stavu, tj. ochránit konstrukci před další zatékající vodou a potom, až bude konstrukce před dalším zatékáním ochráněna, opravovat citlivě jednotlivé části kamenného pláště mostu. To bude spočívat v postupném nahrazování jednotlivých lícových kvádrů, jejichž životnost skončila.

Proto byla oprava mostu rozdělena na části. Právě probíhající „Oprava mostovky“ zahrnuje odstranění vozovkového souvrství, odstranění všech vrstev vytvořených při poslední velké opravě v letech 1965 až 1975 kromě železo-

betonové desky, rozebrání a nové vyzdění parapetního zábradlí v takovém rozsahu, aby nová izolace byla ukončena ve zdivu z dostatečně pevných a trvanlivých kamenů, vytvoření podkladu pro novou kvalitní izolaci, položení izolace a vozkových vrstev až po navrácení dlažby z atypických žulových kostek. Na mostě bude nové veřejné a slavnostní osvětlení, elektrické veřejné osvětlení bude nahrazeno plynovým, a nové osvětlení plavebních znaků.

Po dokončení této části bude přikročeno k opravě kamenného pláště celého mostu, od úrovně zábradlí po základy, a to na souši i ve vodě.

Současně bude provedena oprava klenby pod Křížovnickým náměstím, která navazuje na nulté pole Karlova mostu, a bez jejíž opravy není možné opravy Karlova mostu ukončit.

Je zapotřebí se zmínit o tom, že již v letech 1997 a 1998 bylo opraveno schodiště na Kampu a v letech 2004 až 2006 byly ochráněny proti podemletí základy dvou posledních návodních pilířů, jejichž ochrana nebyla ještě prove-

dena. Jedná se o pilíře č. 8 a 9 u levého břehu Vltavy u Kampy (*Beton TKS 4/2005, pozn. redakce*).

PROVÁDĚNÍ STAVBY

Stavební práce byly zahájeny rozebráním dlažby na povodní polovině mostovky, a to v posledních polích XIV a XV, a na malostranském předmostí až k Malostranské velké věži. Po celé tři měsíce potom probíhaly výkopové „objevné“ práce v místech, kde je nutno odvodnění z mostu zaústit do stávající kanalizační stoky. Výkopové práce byly prováděny ručně archeologickou metodou pod vedením PhDr. Zdeňka Dragouna z NPÚ. Zbytky Juditina mostu zde bohužel nalezeny nebyly, ale byla objevena zeď, podle mostní terminologie rovnoběžné mostní křídlo, která v minulosti spojovala povodní líc mostu s věží.

Vlastní stavební práce na opravě mostovky probíhají zásadně vždy na určité části jedné podélné poloviny mostovky. Důvodem je nutnost zachovat po celou dobu opravy pěší provoz na mostě. Pěší provoz zde představuje především kultur-

ní a scénickou promenádu pro návštěvníky Prahy.

Stavební proud na jedné polovině zasahuje vždy délku čtyř mostních polí. V prvním poli se odstraní dlažba a rozebere se kamenný parapet (obr. 1). Ve druhém poli se sestavuje opravený parapet (obr. 2) a začíná se s bouráním vozovky. Ve třetím poli se dokončí bourání vozovky, jsou pokládány nové podkladní vrstvy a je prováděna izolace. Ve čtvrtém poli je ochráněna izolace krycí vrstvou, ukládají se inženýrské sítě a je pokládána dlažba.

Především s ohledem na možnost přístupu na most také po schodišti z Kampy byl zvolen následující postup prací. Jak je uvedeno, práce byly zahájeny na povodní polovině mostovky a to směrem od Malostranské mostecké věže a pokračují až do pole XI, tj. pole za schody na Kampu. Zde byly práce pozastaveny a začalo se na protivodní polovině mostovky zase od Malostranské mostecké věže. Na této polovině se bude pokračovat až do pole XIII, tj. pole před schody na Kampu. Potom se postup vrátí na povodní polovinu mostu a bude



Obr. 1 Rozebírání kamenného parapetního zábradlí
Fig. 1 The stripping of the stone parapet

Obr. 2 Zpětné vyzdívání zábradlí z nových i starých kamenů

Fig. 2 The parapet rebuilding of the new and existing stones

Obr. 3 Pohled do výkopu pro napojení kanalizace u malostranské věže

Fig. 3 View into excavation for connection of the rain drainage to sewer system by the Lesser Town Tower





pokračovat až ke Staroměstské mostecké věži. Poté bude opraven postupně zbytek protivodní poloviny.

V dnešním příspěvku se budeme zabývat technickým řešením některých skupin prací, které jsou již ukončeny nebo jsou rozpracovány do takové hloubky, že technická řešení již vykristalizovala a je možno podat o nich základní informace.

Odvodnění mostu

Odvodnění povrchových vod na malostranském konci mostu (o ploše cca 550 m²) je řešeno klasickým odvodněním pomocí čtyř uličních vpustí. Na celém mostě je navržen střešovitý příčný sklon vozovky 2 % s tím, že v šířce 1,5 m od obou parapetů je navržen protispád

3 %. Voda tak stéká do dvou úžlabí, ve kterých jsou (vzhledem k omezení přetoků) umístěny ve spodní části vždy dvě uliční vpustí za sebou. Voda z uličních vpustí teče přes dvě kanalizační šachty do stávající stoky 600/1 100 mm, situované před Velkou malostranskou mosteckou věží v hloubce cca 6,5 m. Odvodňovací potrubí vede v hloubce cca 1,5 m, poněvadž musí přejít nad historickým zdívem původního rovnoběžného křídla mostu. Hloubky 6,5 m, potřebné pro zaústění do stoky, bylo dosaženo svislým přepadem z poslední šachty. Uliční vpustí jsou sestaveny z mostního odvodňovače typu Kysuca.

Na okraj poznamenáváme, že opravdu smutný pohled byl na osekane his-

torické zdivo, které bylo v šedesátých letech poškozeno při zřízení dnes zrušené kanalizace.

Řešení odvodnění povrchu izolace na malostranské straně mělo téměř detektivní nádech, protože se nevědělo, kde přesně probíhá a jak doopravdy vypadá rub koncové opěry (obr. 4). Po provedení potřebných výkopů se zjistilo, že naši mostní předci provedli ukončení zcela vyzorně a to schodovitým ukončením vyzdívkou v rovině rubu posledního pilíře, který konstrukčně tvoří mostní opěru. Rub vyzdívkou byl opatřen betonovým vyrovnáním ve sklonu cca 10:1 a izolace byla stažena z povrchu mostovky až na úroveň přilehlého terénu tj. do hloubky cca 5 m pod úroveň vozovky. Ve spodní části byl z izolace zřízen příčný žlab, do kterého byla uložena příčná drenáž.

A vznikl problém: Co s vodou z příčné drenáže? Původně projekt předpokládal spojení odtoku z drenáže s odtokem z povrchu mostovky a odvedení vody do kanalizace u Malostranské věže. Vzhledem k existenci historických zdí toto řešení nebylo možno použít bez pomoci tunelářských metod provádění. Protože oprava Karlova mostu je spojena s požadavkem, že všechny výkopy budou prováděny archeologickou metodou, tunelářské postupy vzbuzovaly oprávněné rozpaky. Nakonec bylo navrženo a přijato celkem elegantní a praktické řešení a to odvod vody z příčné drenáže do vsakovací jímky (obr. 5). Vsakovací jímka byla zřízena na dně šachty situované přibližně uprostřed příčné drenáže. Jímka je vyplněna vrstvami kačírku. Dno jímky je pod úrovní hladiny Vltavy a požadovaná vsakovací schopnost jímky byla ověřena vsakovacím pokusem.

Odvod povrchových vod z vlastního



Obr. 4 Stupňovitý rub malostranské opěry
Fig. 4 The stepped backing of the Lesser Town abutment

Obr. 5 Odvodnění rubu opěry s příčnou drenáží a vsakovací jámou
Fig. 5 Abutment backing drainage with lateral drainage and soakage pit

Obr. 6 Odvodňovač napojený na odvodnění povrchu izolace
Fig. 6 The drainer connected to the waterproofing membrane surface

Obr. 7 Příčný řez odstraňovaným vozovkovým souvrstvím
Fig. 7 Cross section of removed surface layers

Obr. 8 Místo, kde místo železobetonové desky byla jen výztuž (stopy staré opravy)
Fig. 8 The place with reinforcement without concrete cover (remaining part after the previous repair)

Obr. 9 Betonáž podkladu izolace
Fig. 9 Pouring of concrete of the waterproofing membrane subbase

Obr. 10 Provádění stříkané membránové izolace
Fig. 10 Spraying of the waterproofing membrane

mostu (o výměře cca 3 400 m²) vyřešili stavitelé ve 14. století pomocí dvaceti čtyř kamenných chrličů, které jsou ve většině případů dosud zachovalé. Především zásluhou pracovníků NPÚ nebylo pro odvodnění použito nějaké necitlivé radikální řešení, ale nové odvodnění je opět svedeno do chrličů. Systém odvodnění je doplněn o nově vyvinuté otočné litinové mostní odvodňovače typu Kysuca, které odvádějí vodu pomocí bočního odtoku z korozivzdorné oceli přímo do chrličů. Odvodňovače odvádějí i vodu z povrchu izolace, která vsakuje spárami v kamenné dlažbě (obr. 6).

Odvodnění staroměstského konce mostu, které se bude provádět až příští rok, projekt řeší podobně jako na malostranském konci. Skutečné provedení bude určitě ovlivněno konkrétní podobou odkrytých konstrukcí.

Mostovka

Celé stávající vozovkové souvrství na mostovce se vyměňuje za nové (obr. 7). Za vozovkové souvrství považujeme všechny vrstvy, které se nacháze-

jí nad konstrukční železobetonovou deskou, která byla vložena pod vozovku při opravě v šedesátých a sedmdesátých letech minulého století. Deska se nachází v hloubce cca 450 mm pod povrchem vozovky. Účelem vložení desky společně s návrhem kotvení poprsních zdí bylo konstrukční zpevnění příčného řezu, tzn. zamezení vyklánění poprsních zdí a zvýšení příčné tuhosti mostu, aby lépe vzdoroval tlaku vody a splavenin při povodních.

Bohužel odkrývaná skutečnost je trochu jiná. Zpevňující konstrukční deska byla provedena velice neprofesionálně a dá se říci až nedbale. Např. v některých místech deska zcela chybí nebo v jiných místech byla položena pouze výztuž, která byla zakryta lehkým keramzitbetonem (obr. 8). Zakotvení konců desky do parapetních zdí bylo provedeno šikmo dolů vedenými kotvami z betonářské výztuže s téměř nahodilým rozmístěním. O nějakém zachycení vodorovných sil, potřebných k zamezení vyklánění poprsních zdí, se nedá vůbec hovořit.

Daleko nebezpečnější, naštěstí pouze



v některých místech, je vyjždění celého parapetního zábradlí směrem ven z konstrukce. Kluzná spára je přibližně v úrovni horního povrchu zesilující desky. Při rozebírání parapetního zábradlí se zjistilo, že kvalita kamenů směrem do vozovky pod úrovní vozovky je velice špatná. V některých místech se nejedná ani o rozrušený kámen, ale o shluk různých úlomků. A právě taková místa mohou být velice nasáková a namrzavá, a způsobovat tak odtlačování parapetu zábradlí. Nebude to asi jediný důvod, ale pravděpodobně jeden z nejvíce rozhodujících.

Oprava mostovky spočívá v přerušení stávajících kotev a oddělení železobetonové desky podélnou spárou od parapetního zábradlí. Spára je vyplněná štěrkem a má šířku cca 150 mm. Ložná spára nově sestavovaného parapetu se opravuje doplněním opukové vyzdívky nebo opravou kamenů v ložné spáře. Nový parapet je již zděn vždy z kamenů na celou šířku parapetu tj. 400 mm. K vysvětlení je nutno podotknout, že lícivé zdivo nad klenbami má v některých místech menší tloušťku než je tloušťka zábradlí, tj. 400 mm, proto se ložná spára doplňuje opukovou vyzdívkou.

Nové vozovkové souvrství se provádí po jednotlivých vrstvách vždy v rozsahu jedné podélné poloviny jednoho mostního pole. První vrstvou je vyrovnávací vrstva z KZC (kameniva zpevněného cementem) proměnné tloušťky cca 50 až 150 mm, která se klade na separační geotextilii. Druhou vrstvou je vrstva spádového betonu C30/37–XF1 (v tloušťce 150 mm) (obr. 9), která již tvoří pod-

klad pro stříkanou izolaci Eliminátor. Eliminátor je membránová izolace z dvousložkového materiálu na bázi metakrylátových pryskyřic. Stříkaná izolace je na okraji vanovitě vytažena (na výšku cca 170 mm) na svislý líc parapetního zábradlí a zde je ukončena do vyfrézované drážky hloubky 30 mm (obr. 10). Pro odvod vody z povrchu izolace se na povrch izolace bodově přilepuje drenážní rohož. Drenážní rohož tvoří HDPE geosif s vláknou pod úhlem 60° s jednostrannou laminací geotextilií.

Na drenážní vrstvu se pokládá krycí betonová vrstva opět z betonu C30/37–XF1 v tloušťce původně 80 nově 100 mm. Tato relativně nenápadná a tenká vrstva je účastníky výstavby nazývaná jako „high“ vrstva. V ní je nutno schovat a „vykličkovat“ vedení všech novodobě potřebných inženýrských sítí na mostě, tzn. potrubí plynového osvětlení, kabely ovládání plynového osvětlení, kabely slavnostního osvětlení, kabely osvětlení plavebních znaků a optické kabely kamerového systému. Všechny sítě jsou samozřejmě uloženy v plastových žlabech nebo chráničkách

Jako poslední se provádí vrstva žulové dlažby kladené do pískové vrstvy stabilizované vápnem. Používá se původní dlažba. Poškozené a ztracené kostky (přibližně 5 %) se doplňují novou dlažbou. Také kladecký rastr se používá původní, tzn. příčné řádkování po celé ploše doplněné o šest podélných řádků v prostoru úžlabí.

Co podotknout na závěr. Především se ukazuje, že přes veškerou snahu zpracovatelů projektové dokumentace nelze

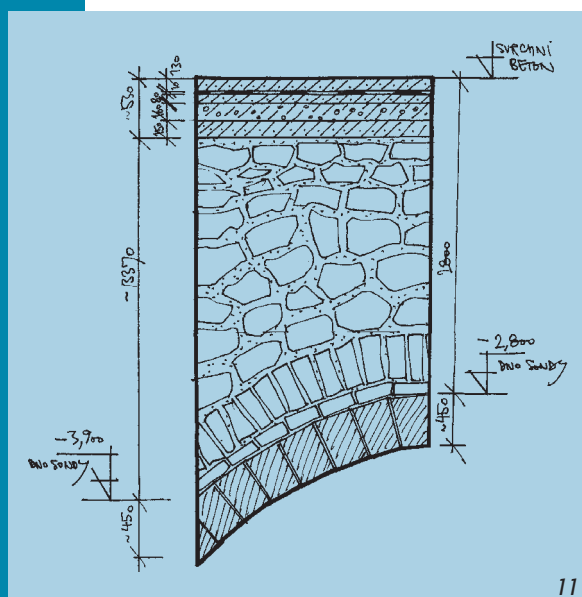
u takových oprav (rozsahu opravy Karlova mostu) považovat něco za vyprojektované, dokud se práce skoro nedokončí. Např. kanalizace na malostranském předmostí měla asi čtyři návrhy, které se upravovaly dle skutečných podmínek na místě. Takový postup však vyžaduje značnou operativnost všech zúčastněných ve všech fázích provádění.

STATIKA A STAVEBNĚTECHNICKÝ PRŮZKUM OBLOUKU Č. 14

V průběhu podzimu 2007 bylo zjištěno odpadávání úlomků kamenného pláště na spodním líci klenby č. 14. Protože dočasný zábor stavby pro opravu mostovky zahrnuje také prostory pod oblouky, musel se dodavatel stavebních prací SMP CZ, a. s., touto situací zabývat. Oblouk č. 14 se klene nad Čertovkou, po které je provozován poměrně čilý ruch vyhlídkových člunů a zároveň je zde umístěna vinárna se zahrádkou. Hrozí zde tedy určité riziko úrazu.

Pro stanovení, jaká opatření mají být pro zajištění bezpečnosti provedena, bylo rozhodnuto o provedení dodatečného stavebně-technického průzkumu a statického posouzení klenby. Doc. Mgr. Richard Příkryl, Dr., z Univerzity Karlovy v Praze současně vypracoval Průzkum lícního zdiva klenby pole XIV Karlova mostu v Praze, geomechanické vyhodnocení vývrtů (obr. 11 a 12).

V listopadu 2007 byla nad Čertovkou smontována pracovní plošina, která pomocí lehkého lešení umožnila bezprostřední přístup ke spodnímu líci klenby. Tato plošina zároveň vytvořila ochranný



11



12

strop, pod kterým byla dále provozována lodní doprava bez omezení.

Rozsah a úkoly stavebně – technického průzkumu

Průzkum byl prováděn jednak z prostoru pracovní plošiny pod klenbou, jednak z prostoru mostovky v době, kdy stavební práce dosáhly k oblouku č. 14.

Hlavní úkoly stavebně-technického průzkumu:

- ověření konstrukce a technického stavu klenby a prostoru mezi klenbou a mostovkou,
- určení základních materiálových charakteristik, pevnosti a vlhkosti zdiva u zjištěných materiálů,
- ověření způsobu provádění předchozích oprav povrchově zvětralých pískovcových bloků, tj. určení zda byly vyměněny celé bloky či pouze provedeno zaplentování kamennou deskou.

Vizuální kontrolou byl zjištěn velice špatný stav kamenného pláště. V rozsáhlých plochách jsou kameny klenby na povrchu narušeny, koroze při bližším zkoumání zasahuje do hloubky cca 30 mm. Poklepem bylo zjištěno množství dalších ploch, které jsou již odděleny od podkladu.

Následně byly realizovány tyto průzkumné práce:

- Z prostoru mostovky byly provedeny dva svislé jádrové vrty o \varnothing 90 mm na celou výšku konstrukce mostu (po sejmutí krycího souvrství) a vyhloubena ručně kopaná sonda, z jejíhož dna pak byl opět proveden jádrový vrt.
- Z prostoru pracovní plošiny byly vyvrtány tři šikmé dovrchní vrty o \varnothing 50 mm v místech oprav pro ověření způsobu opravy a dále byla nedestruktivní metodou in-situ ověřena pevnost pískovcových bloků klenby a malty ve spárách. Tyto práce byly doplněny laboratorními zkouškami odebraných vzorků pro ověření pevnosti a vlhkosti jednotlivých materiálů.

Obr. 11 Řez konstrukcí mostu podle kopané sondy v poli XIV

Fig. 11 The section through the bridge structure according to test pit in the XIVth field

Obr. 12 Rubová klenba z opuky v kopané sondě v poli XIV

Fig. 12 The arenaceous marl vault in the XIVth bridge field test pit

Závěry z provedeného průzkumu lze shrnout do následujících bodů:

- Klenba oblouku je tvořena opracovanými pískovcovými kvádry (karbonská arkóza) v tloušťce 450 mm.
- Pevnost v tlaku pískovcových kvádrů je nízká, v průměru 10 MPa.
- Dřívější opravy zvětralých bloků byly realizovány pískovcovým blokem (arkózový pískovec) v tloušťce 200 mm o pevnosti v tlaku v průměru 30 MPa. Prostor mezi původním kamenem a novým blokem je vyplněn cementovou maltou.
- Malta ve spárách je celkově kvalitní a zachovalá.
- Výslednou pevnost zdiva klenby lze stanovit hodnotou $R_d = 2,2$ až $2,4$ MPa
- V prostoru nad klenbou bylo zjištěno masivní nepravidelné zdivo s převahou opukových kamenů a bloků stmelené kvalitní maltou o vysoké pevnosti. Ve vrstvě cca 600 mm za klenbou jsou opukové kameny kladeny nejdříve v jedné vrstvě naplocho k rubu a následně v jedné vrstvě radiálně a tvoří tak zesílení vlastní klenby, dále jsou kameny kladeny převážně horizontálně.
- Výslednou pevnost tohoto zdiva lze stanovit hodnotou $R_d = 1,0$ až $1,3$ MPa.
- Vlhkost odebraných vzorků byla převážně velmi vysoká, více jak 10 % hmotnosti.
- Výsledky průzkumu byly použity pro vstupní parametry statického přepočtu.

Klenba byla modelována metodou konečných prvků – pískovcová lícni klenba prutovými prvky; paty klenby, opukové výplňové zdivo včetně opukového lemu plošnými prvky.

Řešen byl pruh klenby široký 1 m bez vlivu poprsních zdí.

Zatížení bylo uvažováno zatížením stálým a zatížením pohyblivým v různých kombinacích:

- stálé zatížení,
 - stálé + plně pohyblivé (odpovídá ekvivalentu zatížení třídy A, jedno vozidlo 32 t),
 - stálé + 80 % pohyblivé,
 - stálé + 60 % pohyblivé.
- Maximální napětí v patě klenby dosahují hodnot $-1,52$ MPa, ve vrcholu pak $-0,7$ MPa.

Vzhledem k určitému oslabení klenby bylo uvažováno využití 75 %, neboli účinná tloušťka klenby byla redukována na 350 mm a redukováno bylo i pohyblivé zatížení. Statický výpočet prokázal, že konstrukce je stabilní a pole mostu č. 14 lze zatížit jedním vozidlem 25 t.

Závěry a současná situace

Na základě výše uvedených průzkumů a posudků byl učiněn závěr, že mostní oblouk je staticky spolehlivý a z rubové strany nejsou nutná žádná konstrukční opatření. Poruchy a zvětrání pláště klenby je způsobeno dlouhodobým zatékáním do konstrukce a následně pak dopadem klimatických změn v průběhu roku včetně deformací oblouku způsobených teplotními změnami. Protože oprava kamenného pláště není v současné době prováděna (je zpracována dokumentace pro stavební povolení) a s její realizací se počítá v horizontu cca 5 až 7 let, jsou nicméně nutná provizorní opatření, která zajistí na tuto dobu prostor pod obloukem před opadáváním kamenných úlomků. Tato opatření jsou v současné době projekčně zpracovávána a budou v nejbližším období realizována.

ZÁVĚR

Rádi bychom konstatovali, že po počáteční době ověřování jednotlivých technologických postupů se stavba dostává do fáze rutinní řemeslné práce, kdy jednotlivé činnosti jdou plynule za sebou přesně podle řádků harmonogramu. Víme ale, že překvapení budou možná až do odkrytí poslední části původní konstrukce.

Investor	Odbor městského investora MHP
Mandatář investora	Mott MacDonald Praha, s. r. o
Projektant	PUDIS, a. s.
Zhotovitel	SMP CZ, a. s.

Ing. Daut Kara
Mott MacDonald Praha, s. r. o.
Národní 15, 110 00 Praha 1
tel.: 724 050 335
e-mail: daut.kara@mottmac.cz

Ing. Zdeněk Batal
SMP CZ, a. s.
Evropská 1692/37, 160 41 Praha 6
tel.: 602 133 438, e-mail: batalz@smp.cz

Ing. Václav Krch
PUDIS, a. s.
Nad vodovodem 169, 100 00 Praha 10
tel.: 602 357 038
e-mail: vaclav.krch@pudis.cz

Fotografie: Martin Frouz a autoři článku