

## OPRAVA SPODNÍ STAVBY MOSTU PŘES DÁLNICI D1 REPAIR OF THE SUBSTRUCTURE OF THE BRIDGE OVER D1 MOTORWAY

MILAN MATĚJÍČEK,  
JIŘÍ ZAHRADA

Článek popisuje opravu spodní stavby mostu přes dálnici D1 v km 190,074 na západním přivaděči v Brně. Hlavním úkolem opravy mostu bylo zesílení patních částí sloupů podpěr, sanace narušených částí ŽB sloupů a úložných prahů a zpevnění krajnic.

*This article describes the repair of the substructure of bridge D1 – 226 over D1 motorway at km 190.074 on the west conduit in Brno. The main purpose of the repair was to strengthen the footings of piers of supports, to repair the damaged parts of reinforced concrete piers and bearing blocks, and to strengthen the paving.*

### POPIS A HISTORIE MOSTU

Betonová mostní konstrukce o pěti prostých polích (obr. 1) sestává ze samostatné konstrukce pro každý jízdní směr. Obě mostní konstrukce jsou sestaveny z dodatečně předpjatých prefabrikovaných nosníků typu KA-67 uložených na elastomero-  
vých ložiskách. Most je směrově příčný a převádí dvě dvoupruhové komunikace pro každý dopravní směr. Spodní stavbu tvoří dvě krajní masivní železobetonové opěry a čtyři vnitřní železobetonové členěné podpěry. Vnitřní členěné rámové podpěry tvoří vždy šestice ŽB kruhových sloupů o průměru 900 mm, které jsou vetknuty

Obr. 1 Celkový pohled na most po rekonstrukci

Fig. 1 General view of the bridge after reconstruction



do stupňovitých základových pasů opřených na pilotách Franki. Rámovou podpěru ukončuje lichoběžníkový ŽB úložný práh s převislými konci.

Most byl postaven v letech 1971 až 1973 státním podnikem Dopravní stavby Olomouc, podle prováděcího projektu vypracovaného v roce 1970 Dopravoprojektem Brno. V roce 1994 a 1995 proběhla oprava nosné konstrukce spojená s jejím zvedáním. V rámci ní byla provedena částečná sanace spodní stavby, která spočívala v opravě porušených míst a v sanaci betonových povrchů částí poškozených sloupů a úložných prahů. Opravu provedla firma Dopravní stavby, a. s.

### PRŮZKUM SPODNÍ STAVBY

Diagnostická zpráva z roku 1998 konstatuje, že přes provedenou sanaci pokračuje koroze výztuže, v krycí vrstvě se projevují trhlinky kopírující pruty výztuže a dochází k odtržení celé krycí vrstvy. Zpráva končí konstatováním, že případná rekonstrukce vyžaduje provizorní podepření nosné konstrukce, a doporučením na zvažování nahrazení celé spodní stavby.

Následný diagnostický průzkum v roce 1999, ukončený zprávou z ledna 2000, potvrdil a upřesnil předcházející výsledky. Zkoušky pevnosti betonů, které byly provedeny na vzorcích z jádrových vývrtů ze sloupů vnitřních podpěr, potvrzují rozdílnou kvalitu betonu (krychelná pevnost od 19,4 do 28,2 MPa v roce 1998 a 25,6 až 37,8 MPa v roce 1999), která neodpovídá návrhu prováděcího projektu na beton B 330. Průměrná pevnost úložných prahů vykazovala 34 a 38 MPa, což je pevnost

Obr. 2 Rozsáhlé poškození úložných prahů  
Fig. 2 Vastly damaged bearing blocks



dostačující, která nevede ke snížení únosnosti mostu. Rozsáhlá potenciální a elektrická měření prokázala značnou korozi betonářské výztuže. Potenciál byl naměřen v rozmezí: bez koroze (–200 mV) až po silné lokální korozi narušení (–350 mV). Na sloupech byla odtržena krycí vrstva výztuže v oblastech dosahujících 25 až 75 % povrchu sloupů. Podle závěrečné zprávy zaručená pevnost betonu spodní stavby jako celku nepřesahovala 22 MPa a betony měly vysokou otevřenou pórovitost. Bylo konstatováno, že degradace cementového tmele spojená s vyluhováním CaO a SiO<sub>2</sub> postupuje rychle s odhadem, že jádro některých sloupů bude zasaženo během tří až čtyř roků a koroze výztuže bude dále pokračovat.

### NÁVRH OPRAVY MOSTU

Návrh sanačních opatření na zabezpečení spodní stavby je časově omezen na předpokládanou dobu cca 15 až 20 let. V souvislosti s výhledovým rozšířením dálnice u Brna na šestiproudovou, bude nutné tento mostní objekt demolovat a zcela nahradit novou mostní konstrukcí na základě nového prostorového řešení křižovatky v místě západního přivaděče. Vedle technického řešení se jednalo především

Obr. 3 Stav sloupů před sanací  
Fig. 3 Condition of the piers before maintenance works



o rozhodnutí o ekonomicky přijatelné sanaci spodní stavby, která by zabezpečila dostatečnou spolehlivost a bezpečnost při zachování příznivého vzhledu celého objektu.

Na základě všech skutečností a po statickém přepočtu únosnosti spodní stavby, který vychází relativně příznivě i při nedodržení kvality betonu předepsané prováděcím projektem, se investor (Ředitelství silnic a dálnic ČR – závod Brno) rozhodl provést méně náročnou sanaci spodní stavby, která zabezpečí konstrukci po dobu omezené životnosti, tj. cca 15 let. Bylo konstatováno, že vnitřní podpěry byly celkově dobře a bezpečně vyztuženy na základě velmi dobrého návrhu mostní konstrukce, odpovídající znalostem a odborné úrovni v době návrhu a stavby. Slabinou zůstala špatná kvalita betonu, jejíž příčiny se nepodařily spolehlivě odhalit ani diagnostickými průzkumy či studiem zbylých materiálů ze stavby. Značná rozdílnost pevností betonu poukazuje patrně na technologickou nekázeň v době výstavby. Návrh opatření sledoval také praktický přístup opravy bez potřeby provizorního podepření, které by mohlo výrazně zkomplikovat provoz na dálnici. Na základě již zmíněného, se návrh opravy ustálil na těchto hlavních bodech:

- ochranné zesílení patních částí železobetonových sloupů,
- sanace narušených částí železobetonových sloupů a úložných prahů (obr. 2 až 4),
- ochranné nátěry spodní stavby a
- zpevnění krajnic pod mostem.

#### PRŮBĚH STAVEBNÍCH PRACÍ PŘI OPRAVĚ

Zakázku na provedení opravy spodní stavby mostu D1-226 získala firma ŽS Brno, a. s., závod MOSAN, a uskutečnila ji v období od září do listopadu 2002. Stavba probíhala za nepřetržitého provozu, z čehož vyplynul průběh prací po jednotlivých opěrách. Doprava na dálnici pod mostem byla přizpůsobena tak, aby byly zachovány dva jízdní pruhy v obou směrech a pro práce měl zhotovitel k dispozici pouze odstavné pruhy (při opravě krajních podpěr), respektive rychlé pruhy (při opravě střední podpěry). Staveniště bylo odděleno od provozu na dálnici pouze prefabrikovanými montovanými ŽB svodidly.

Ochranné zesílení patních částí železobetonových sloupů bylo navrženo na výšku 1,6 až 1,8 m nad základovým pa-

Obr. 4 Stav sloupů před sanací

Fig. 4 Condition of the piers before maintenance works

sem, tj. na výšku 0,6 m nad zpevněný horní povrch krajnic a středního pruhu dálnice (obr. 5). Ochranná obetonávka z betonu C30/37 sap 3b (B425) byla provedena v konstantní tloušťce 200 mm s vnějším průměrem 1300 mm a doplněna konstrukční výztuží kotvenou do základových pasů i do sloupů.

Pro splnění druhého bodu opravy mostu bylo nutno mechanicky odstranit degradované, karbonatované a nesoudržné části sloupů, úložných prahů i obou opěr, což bylo provedeno lehkými sbíjecími kladivý, a následně byl povrch celé spodní stavby otryskán vysokotlakým vodním paprskem při tlaku 1500 barů.

Na připravený podklad byly aplikovány jednotlivé složky sanačního systému firmy Super-Krete, který předepsal investor. Na obnaženou, suchou a očištěnou výztuž byl štětcem nanesen antikoroziční nátěr Super-Krete Rust Buster ve dvou vrstvách (druhá vrstva až po zaschnutí první). Poté byl beton ošetřen hloubkovou penetrací Super-Krete Pene Krete, která funguje na bázi cementové krystalizace a tím zpevňuje, utěšňuje a stabilizuje plochy s cementovým pojivem. Tato penetrace také vytlačí kontaminanty vzniklé karbonatací a sulfatací betonu a zbytkovou mastnotu na povrch, který je následně opláchnut tlakovou vodou (cca 250 barů). Na ošetřený a provlhněný povrch byla aplikována hrubá reprofilační malta (zrnitost do 4 mm) Super-Krete Ready Mix B, která byla ještě doplněna o adhezni můstek Super-Krete SBA. Hrubá reprofilační malta byla provedena metodou suchého stříkání. Po jejím nanesení byla již ručně nanášena jemná reprofilační stěrka zrnitosti do 0,36 mm Super-Krete Ready Mix A ve dvou vrstvách.

Aby byla sanace betonových konstrukcí spodní stavby mostu úplná, byl na závěr použit ochranný nátěr Super-Krete Ure-Kote. Nátěr utěsní uzavírací stěrku před pronikáním vlhkosti a kontaminantů z okolního prostředí do konstrukce a zlepší estetiku sanace. Nátěr byl proveden válečkem ve dvou vrstvách (druhá vrstva vždy po zaschnutí první). Stejným nátěrem byly ošetřeny i nové obetonávky pat sloupů.

Posledním důležitým bodem při opravě spodní stavby mostu bylo zajištění rychlejšího způsobu odvedení srážkové vody



Obr. 5 Zesílení sloupů ochrannou přibetonávkou – stav po rekonstrukci

Fig. 5 Strengthening of the piers by means of additional concreting – condition after the reconstruction

a vody obsahující chemické rozmrazovací látky od pat sloupů. Před opravou nebyl prostor okolo sloupů vydlážděn. Kontaminovaná voda se vsakovala, případně následně zdžžovala u pat sloupů, čímž docházelo k jejich rychlejší degradaci. Proto byla provedena dlažba z žulových kostek, která nyní mnohem snáze a rychleji odvede vodu pryč od sloupů (obr. 5).

#### ZÁVĚR

Na základě rozboru výsledků předchozích diagnostických průzkumů a vyhodnocení narušení vzorku betonu odebraných během opravy je nutné považovat i tuto opravu za dočasnou. I přes vysokou kvalitu provedených sanačních prací a použitých materiálů oprava pouze zpomalí zbytkovou životnost konstrukce, nemůžeme však od ní očekávat uvedení konstrukce do původního stavu.

Ing. Milan Matějček

tel.: 606 769 623

e-mail: milan.matejcek@email.cz

Ing. Jiří Zahrada, CSc.

tel.: 602 565 326

e-mail: jiri\_zahrada@volny.cz

oba: ŽS Brno, a. s., závod MOSAN

Burešova 938/17, 660 02 Brno

fax: 541 573 300