

REKONSTRUKCE MOSTU PŘES OHŘI U ZÁLUŽIC ■ RECONSTRUCTION OF CONCRETE BRIDGE ACROSS THE RIVER OHŘE NEAR ZÁLUŽICE

Libor Marek, Matěj Mikšovský, Jan Havanič

Článek popisuje rekonstrukci železobetonového silničního mostu přes řeku Ohři u Zálužic nedaleko Žatce. Rekonstrukce zahrnovala kompletní sanaci betonů, zesílení táhla oblouku karbonovými lamelami, zesílení závěsů oblouku předpjatými kabely bez soudržnosti, zvýšení únosnosti mostovky spřaženou deskou a výměnu mostního příslušenství. Stavba získala ocenění Sanační dílo roku 2010, které jí bylo uděleno v květnu na konferenci Sanace 2011 v Brně (pozn. redakce). ■ The article informs about the reconstruction of the concrete bridge across the river Ohře near Zálužice. The reconstruction included total restoration of concrete, reinforcement of the tie-rod with carbon lamellas, reinforcement of vertical ties with external prestressed cables, increase of load capacity of bridge deck using a composite deck and replacement of bridge equipment. The construction work was awarded the title "Repair project of the year 2010" on The XXI international symposium Repair 2011 (note of the editor's office).

Stav mostních objektů ev. č. 22535-1 a 22535-2, které převádějí silnici III. třídy nad soutokem řek Ohře a Blšanka u Zálužic nedaleko Žatce, byl nevyhovující. Mosty se vyznačovaly řadou poruch, které vážně omezovaly silniční dopravu. Po poslední prohlídce byly zařazeny do stupně VI – velmi špatný. Proto se vlastník objektů – Ústecký kraj – rozhodl pro jejich rekonstrukci. Příspěvek se věnuje rekonstrukci mostního objektu ev. č. 22535-2 Zálužice.

POPIS MOSTU

Jedná se o třípolový most tvořený dvěma inundačními po-

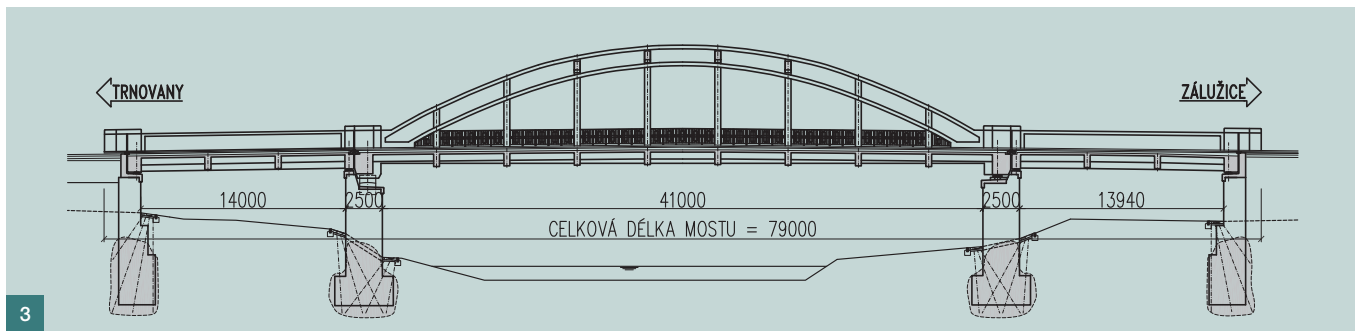
li o rozpětí 14,5 m a železobetonovým obloukovým mostem s táhlem a dolní mostovkou s rozpětím 43 m přes řeku Ohři. Inundační pole jsou rovněž železobetonová s krajními parapetními nosníky, šířka mostu mezi parapety je shodná s šířkou mezi závěsy oblouku. Spodní stavbu tvoří dvě opěry a dva pilíře situované na okraji koryta řeky. Podpory jsou založeny plošně v hloubce cca 3 m pod běžnou úroveň hladiny v řece.

VÝSLEDKY DIAGNOSTIKY MOSTU PŘED REKONSTRUKCÍ

Podrobný diagnostický průzkum mostu byl zpracován pracovníky Kloknerova ústavu ČVUT v Praze s těmito závěry:

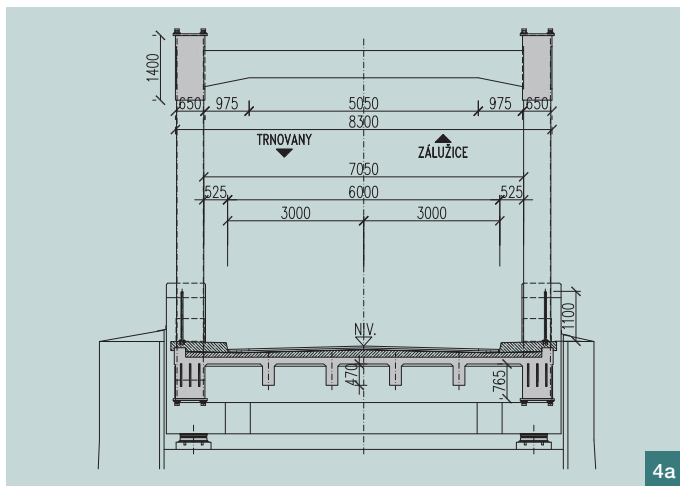
- Konstrukce nevykazují zjevné narušení statické funkce, jako jsou nadměrné deformace, velké trhliny, drčení betonu, přetržená výztuž atd.
- Most má nefunkční dilatace a hydroizolace. To umožňuje zatékání vody a vnikání vlhkosti do nosné konstrukce mostu a na jeho spodní stavbu.
- Hlavní i rozdělovací výztuž železobetonových prvků již není dostatečně chráněna krytím betonu a jeho pasivační schopností. Krytí výztuže se pohybuje v rozmezí 0 až 40 mm, přičemž hloubka karbonatice je na úrovni 20 až 50 mm.
- U spodní stavby se hloubka karbonatice pohybuje ve větším rozmezí 10 až 85 mm.
- Pevnost betonu spodní stavby je na úrovni cca B15, železobetonové nosné konstrukce B25 až B30.





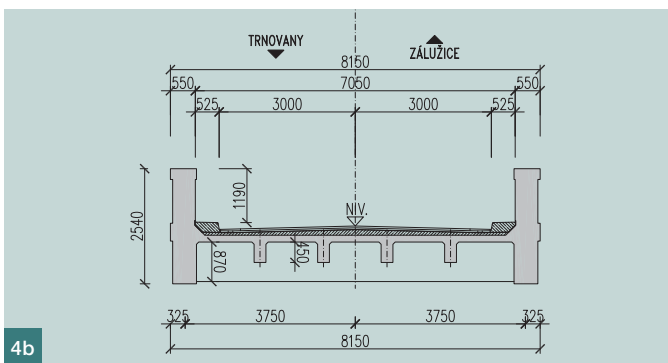
3

Obr. 3 Podélný řez mostem ■ Fig. 3 Longitudinal section of the bridge



4a

Obr. 4 Příčné řezy mostem, a) pole nad řekou, b) pole nad inundací ■ Fig. 4 Cross section of the bridge, a) span above the river, b) span above the flood-plain



4b

- Pevnost povrchových vrstev v tahu je velmi dobrá, a to na úrovni 2,5 až 3 MPa.
- V povrchových vrstvách betonu konstrukcí je nadlimitní obsah chloridů (> 0,4 % z cementu dle EN 206-1) a tato skutečnost významně zvyšuje riziko koroze výztuže.

SANACE SPODNÍ STAVBY

Sanace základů

Základy z hlediska únosnosti základové půdy vyhovují a vzhledem k hloubce založení nejsou ohroženy podemletím. Problematická byla hlavně kvalita betonů v základech a z toho plynula obava, že degradace betonů bude postupovat.

Bylo provedeno opětovné zmonolitnění základů klasickou injektáží stabilizovanou cementovou suspenzí prostřednictvím ocelových manžetových trubek s roztečí vrťů 1 x 1 m až 1,4 x 1,4 m. Vrtly byly zataženy cca 1,5 m pod základovou spáru podpěry. Výsledkem je vyplnění dutin a poruch v betonovém základu a proinjektování štěrkopísků v základové spáře. Ocelové injekční trubky byly ve vrtech ponechány a zality cementovou zálivkou.

Sanace opěr a pilířů

Po nadzvednutí nosné konstrukce byl mechanicky odbourán horní povrch úložných prahů v tloušťce 80 až 150 mm a závěrné zídky včetně plentovacích zídek. Konstrukce byla



5

Obr. 1 Most před rekonstrukcí ■ Fig. 1 Global view of the Zálužice bridge before the reconstruction

Obr. 2 Pohled na mostovku ■ Fig. 2 Original condition of the bridge deck

Obr. 5 Zesílení podloží spodní stavby (opěry, pilíře) ■ Fig. 5 Improving the foundation conditions of the substructure (abutments, piers)

Obr. 6 Zvedání nosné konstrukce ■ Fig. 6 Elevation of the superstructure of the bridge



6



Obr. 7a, b Zesílení a sanace nadpodporových příčníků ■
Fig 7a, b Reinforcement and restoration of the end crossbeams

Obr. 8 Zesílení závěsů oblouku – dolní kotvení ■
Fig. 8 Reinforcement of the arch ties – lower anchors

Obr. 9 Zesílení závěsů oblouku – volné kabely monostrand ■
Fig. 9 Reinforcement of the arch ties – external prestressed unbonded cables monostrand

Obr. 10 Zesílení mostovky – spřahující trny z betonářské výztuže ■
Fig. 10 Reinforcement of the bridge deck – steel reinforcement shear connectors

Obr. 11 Nové chodníky ■ Fig. 11 New pathways



otryskána vysokotlakým vodním paprskem a odhalená koroďující výztuž byla ošetřena antikoročním nátěrem Mapefer 1K (jednosložkový minerální nátěr pro ochranu betonářské výztuže) a doplněna o novou výztuž. Následně byla aplikována reprofilační malta Mapegrout T60 (jednosložková tříkomponentní tixotropní malta s cementovým pojivem k sanaci betonu jako ochrana armatury proti korozi), v případě vyšších tloušťek pak stříkaný beton. Betonový povrch byl nakonec opatřen ochranným nátěrem.

Úložné prahy byly doplněny o kotevní výztuž podložiskových bloků, na které byla do vrstvy polymermalty uložena nová elastomerová resp. hrncová (střední pole, pilíř P2) ložiska do stejných míst, jako byla ložiska původní. Znovu byla vybetonována železobetonová závěrná zídka a železobetonové plentovací zídky podél nosné konstrukce. Betonové pevné ložisko na obloukovém mostě zůstalo zachováno.

Zvedání a spouštění mostu

Pro zvedání nosné konstrukce 1. a 3. pole byla použita konstrukce pro zvedání shora se zdvihem až 1,4 m. Tato konstrukce byla v příčném směru rozdělena na dvě identické, na sobě nezávislé části. Tvořily jí dvě dvojice nosníků ŽTM30 délky 21 m, uložené na bárkách z konstrukce Pižmo a pomocí tyčí Dywidag a hydraulických lisů Enerpac byly nosné konstrukce vyzdviženy. Bárky byly situovány za opěrami a umožnily stavební práce na úložných prazích opěr a pilířů pod zvednutým mostem.

SANACE NOSNÉ KONSTRUKCE

Sanace spočívala v odstranění nesoudržných vrstev a hloub-

kové koroze betonu, ochraně výztuže, reprofilaci a zajištění ekvivalentní krycí vrstvy. Rozsah sanace byl stanoven skutečným stavem konstrukce po mechanickém očištění a otryskání vysokotlakým vodním paprskem na základě vizuální prohlídky, pasportizace trhlin a nedestruktivních zkoušek. Podhled a boky nosné konstrukce byly reprofilovány materiály na modifikované cementové bázi. Sanované povrchy pohledových ploch byly opatřeny trvale elastickým protikarbonatačním ochranným nátěrovým systémem Elastocolor (jednosložkový nátěr na bázi akrylových pryskyřic).

Zesílení a sanace nadpodporových příčníků

Po zvednutí mostních polí byla odhalena místa na nosné konstrukci, dříve nepřístupná, zejména čela a úložné plochy nadpodporových příčníků, kde byl zjištěn značný rozsah hloubkové koroze betonu a narušení betonářské výztuže. Jejich sanace obsahovala navíc doplnění betonářské výztuže a namísto sanačních malt byl použit stříkaný torkretový beton Duriment TB/U/SpC (pro suchý způsob stříkání s dopravou řídkého proudu směsí) v tloušťce 50 mm na svislých a 80 mm na vodorovných plochách, s finální úpravou stěrku Planitop 540 v tloušťce 2 až 3 mm (vyhlazovací stěrka na bázi cementových pojiv v tloušťkách vrstvy do 3 mm, pro konečnou úpravu vyzrálých podkladů z omítek a betonu).

Zesílení závěsů oblouku

Zesílení každého ze závěsů oblouku je provedeno pomocí čtyř kusů dodatečně předpjatých kabelů. Nejprve bylo nutné připravit kabelovou trasu vysekáním drážky v krycí vrstvě betonu, poté se do ní vložil kabel a po zakotvení na obou stra-



nách napnul. V místě styku s deskou mostovky byl vybourán prostup, průchod kabelů horním příčným ztužidlem je zajištěn pomocí vývrtu $\varnothing 30$ mm. Ve spodní části drážky, kde kabelová trasa mění svoji křivost, je vedení kabelů zajištěno pomocí nerezových kotev.

Na horním pasu oblouku a v podhledu hlavního podélného trámu jsou v místech vyústění kabelových tras provedena v krycí vrstvě betonu vybrání, do kterých jsou osazeny ocelové převázky, jež zajišťují kotvení předepnutých kabelů.

Pro dodatečné předpětí byl zvolen předpínací systém Dywidag – lana Monostrand St 1570/1770 $\varnothing 15,7$ mm. Kotvení je na obou koncích zajištěno pomocí bezpokoluzových jednolanových kotev (spodní kotva je nenapínaná, horní napínaná). Předpínání probíhalo ve dvou etapách:

V 1. etapě byla nesoudržná lana předepnuta na 10 % výsledného kotevního napětí. Poté došlo k vyplnění kabelové trasy hrubou sanační maltou. V místě změny křivosti kabelů v dolní části závěsu nad mostovkou je závěs v šířce 0,5 m navíc zesílen ovinutím tkaniny z uhlíkových vláken Carbofree 300 HS.

Ve 2. etapě byla lana předepnuta na 100 % výsledného kotevního napětí 1 000 MPa (kotevní síla v jednom lanu činí 150 kN).

Zesílení hlavních podélných železobetonových trámů – táhel oblouků

Táhla oblouku jsou zesílena uhlíkovými nepředpjatými lamelami, které jsou vyrobeny z uhlíkových vláken spojených navzájem vinylesterovou pryskyřicí. Lamely jsou nalepeny na sanovaný betonový povrch v šesti řadách po obou stra-

nách táhla. Celkem bylo osazeno dvanáct kusů lamel typu S50/1.4 délky 11 m. Povrch lamel je opatřen sanační maltou, která sjednocuje pohledové plochy.

Vyrovnání nivelety mostovky, resp. vozovky

Na očištěný povrch mostovky je nabetonována železobetonová deska proměnné tloušťky, která je se stávající konstrukcí spřažena vlepenou výztuží. Výsledný povrch betonové desky má střešovitý příčný sklon 2,5 % pod vozovkou, resp. 2 % pod chodníky. Také v podélném směru je deska vypádována od osy mostu směrem k opěrám, 1 až 1,5 %.

Tloušťka desky je v závislosti na průběhu stávající nosné konstrukce proměnná, pohybuje se v rozmezí 80 až 200 mm.

REKONSTRUKCE PŘÍSLUŠENSTVÍ MOSTU

Chodníky a římsy jsou monolitické železobetonové, jejich šířka se liší v závislosti na mostním poli. V 1. a 3. poli je šířka levého i pravého chodníku 0,525 m. Ve 2. poli se tato šířka pohybuje od 0,525 m (část bezprostředně navazující na parapetní pole a v místě závěsů) do 1,25 m (v místě mezi závěsy oblouku). Výška obrubníku nad povrchem vozovky je 0,15 m, příčný sklon horního povrchu chodníků směrem k vozovce je 2 %.

Na obou koncích mostu jsou vzhledem k minimálním posunům provedeny flexibilní mostní závěry. Na rozhraní nosné konstrukce 1. a 2. pole resp. 2. a 3. pole jsou osazeny povrchové lamelové mostní závěry typ Algamod LW80.

Vozovka na mostě je dvouvrstvá tloušťky 82 mm (40 mm ohrubná vrstva ACO 11+, 40 mm ochrana izolace MA 11V



12a



12b



12c

Obr. 12 Most po rekonstrukci, a) podhled mostu, b) pohled na střední pole, c) pohled na mostovku ■
 Fig. 12 Bridge after the reconstruction, a) view from below the bridge, b) view of the middle span, c) view of the bridge deck

– litý asfalt (LA S IV). Mostovka je izolována membránovou stříkanou izolací Eliminátor v tloušťce 2 mm. Na železobetonovou chodníkovou desku je aplikován přímopochodzí izolační systém Decseal.

Ve středním poli je v prostoru mezi závěsy osazeno zábradlí z profilované oceli, které je kotveno do chodníku a závěsů chemickými kotvami.

Vozovku odvodňuje osm kusů mostních odvodňovačů typu Labe H-100 s mříží 500 x 300, bez lapače splavenin. Koncové části polí č. 1 a 3 jsou odvodněny prostřednictvím podélného sklonu povrchově na předpolí, kde je srážková voda svedena pomocí skluzů z příkopových tvárníc do prostoru pod mostem.

ZÁVĚR

Rekonstrukce mostu, který vykazuje soustavně poruchy, většinou spočívá ve dvou krocích. Prvním je zastavení degradace betonu a druhým jeho zesílení. Vzhledem k tomu, že pro tuto komunikaci není požadována zatěžovací třída A, bylo zesílení navrženo tak, aby bezpečně vyhovělo zatěžovací třídě B. Ostatní finanční prostředky byly směřovány na komplexní sanace a hydroizolaci celého objektu, která prodlouží jeho životnost o další desetiletí.

Investor	Ústecký kraj
Generální projektant	Artech, spol. s r. o.
Projekt mostu	TOP CON SERVIS, s. r. o.
Generální dodavatel	Vodohospodářské stavby, spol. s r. o.
Subdodavatel sanačních prací	SMP CZ, a. s.
Termín	2010

Ing. Libor Marek
 tel.: 284 021 742, e-mail: marek@topcon.cz



Ing. Matěj Mikšovský
 tel.: 284 021 748, e-mail: miksovsky@topcon.cz



oba: TOP CON SERVIS, s. r. o.
 Ke Stírce 1824/56, 182 00 Praha 8

Ing. Jan Havanič
 ARTECH, spol. s r. o.
 Žižkova 152, 436 01 Litvínov
 tel.: 476 111 782, e-mail: havanic@artech.cz

