



REKONSTRUKCE SEGMENTOVÉ ESTAKÁDY VE SLÁNSKÉ ULICI V PRAZE

RECONSTRUCTION OF SEGMENTAL BRIDGE AT SLANSKÁ STREET IN PRAGUE

Jan Bažil, Lukáš Boháček, Petr Souček

V článku je podrobně představena rekonstrukce segmentového mostu v Praze z roku 1983. Rekonstrukce, během níž došlo oproti projektu k neočekávaným zjištěním, zahrnovala zesílení volnými kabely, výměnu mostního svršku, mostních závěrů a ložisek.

The article presents in detail the reconstruction of a segmental bridge in Prague, built in 1983. The reconstruction, during which unexpected findings were made, included strengthening with unbonded tendons, replacement of the bridge accessories, expansion joints and bearings.

V České republice je v provozu značné množství segmentových mostů z osmdesátých let. Jelikož tyto mosty za dobu své životnosti většinou neprošly velkou rekonstrukcí, je značná část z nich ve špatné kondici, což se týká zejména nevyhovujícího stavu stavební konstrukce a omezené zatížitelnosti.

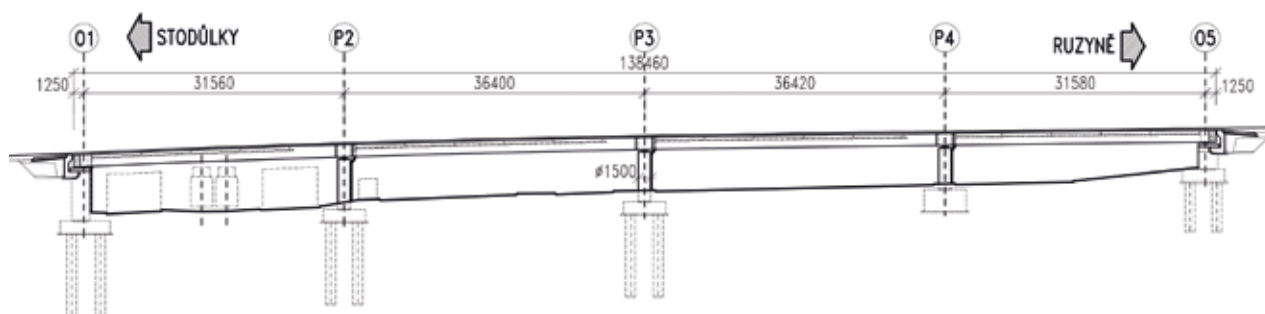
Most v ulici Slánská v Praze je právě jedním z takových mostů. Byl postaven v roce 1983 a od té doby sloužil bez větších oprav. Částečné rekonstrukce

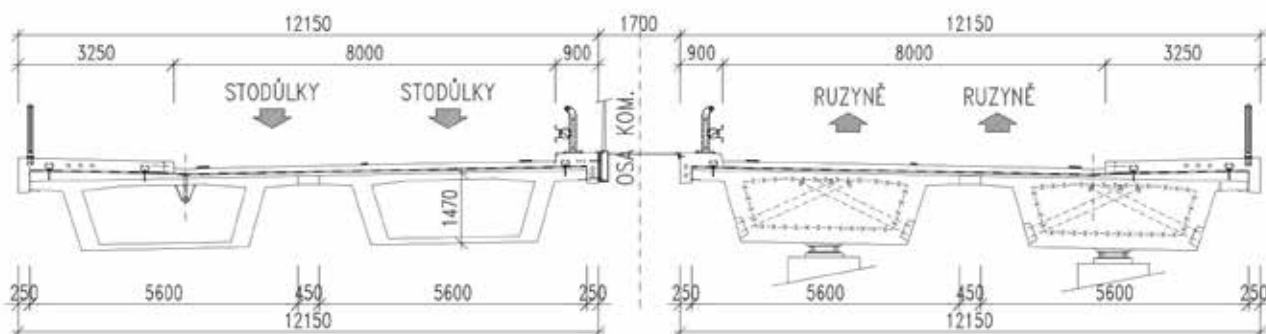
se dočkal v roce 2011, kdy byly provedeny pouze opravy vnějších povrchů nosné konstrukce a spodní stavby. Už v té době bylo zřejmé, že pro zajištění dlouhodobé životnosti a použitelnosti mostu bude nutná rekonstrukce komplexnější.

Popis konstrukce mostu

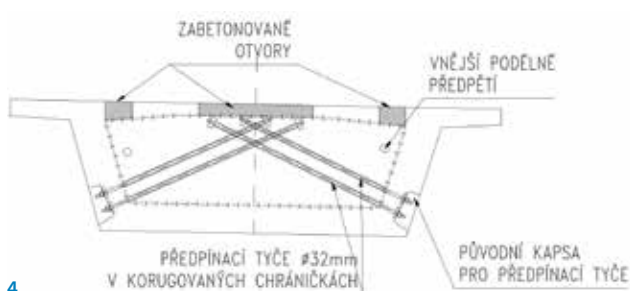
Most převádí místní směrově rozdělenou komunikaci přes tramvajovou trať Barrandov–Hlubočepy a místní

komunikace. Každý jízdní pás je veden po samostatné mostní konstrukci. Oba mosty jsou shodné a symetrické podle osy komunikace. Staticky tvoří nosnou konstrukci spojitý nosník o čtyřech polích s rozpětími 31,5 + 34,6 + 34,6 + 31,5 m. Příčný řez nosnou konstrukcí tvoří dvě komory. Při výstavbě byly použity segmenty VS2 s výškou 1,47 m a šířkou 5,6 m (obr. 1, 2, 3). Segmenty jsou trojího typu – běžné, opěrové a pilířové –, vzájemně se liší





3



4



5

pouze tloušťkou spodní desky. Příčně jsou segmenty spojeny monolitickou dobetonávkou. Monolitické jsou i koncové a nadpilířové příčnice. Nosná konstrukce je na všech podpěrách uložena na hrncová ložiska: na opěrách je každá komora uložena na dvojici ložisek umístěných pod stěnami komory, na pilířích je každá komora uložena pouze na jedno ložisko umístěné v ose komory.

Postup výstavby byl pro konstrukce ze segmentů VS2 typický. Všechny segmenty byly nejprve seskládány na pevné skruži a sepnuty montážním předpětím, které zajistilo dotlačení spár a připravilo konstrukci na napnutí průběžnými kabely. Montážní předpětí tvořily drátové kabely 12× P7, po jejich napnutí byly předepnuty průběžné kabely 24× P7. Montážní kabely jsou přímé a jejich délka odpovídá vždy šesti až sedmi segmentům, přičemž kabely se překrývají, aby bylo montážní předpětí vneseno do celé konstrukce a při

napínání průběžnými kabely nedocházelo k dotlačování spár. Montážní kabely jsou vedeny v horní a spodní desce. Průběžné kabely jsou vedeny pouze ve stěnách a jsou kotveny v čelech u opěr. Montážní i průběžné kabely měly být dle projektu zainjektovány cementovou injektážní maltou a konstrukce měla být předepnuta i příčně. Příčné předpětí tyčemi je použito v nadpilířových příčnicích k zachycení lokálních účinků bodového uložení (obr. 4).

Diagnostický průzkum stavby a projekční příprava

V roce 2016 byla zahájena projekční příprava celkové rekonstrukce obou mostních objektů. Pro vyhodnocení efektivního způsobu rekonstrukce byla samotná příprava zahájena diagnostickým průzkumem se zaměřením na nosnou konstrukci. V rámci průzkumu bylo zjištěno, že prakticky všechny části mostního svršku jsou za hranicí životnosti

1 Pohled na nosnou konstrukci 2 Podélný řez 3 Příčný řez 4 Předpětí příčnicku tyčemi 5 Nedokončený příčník 6 Montážní předpínací kabel ve spodní desce 7 Odhalené předpínací kabely 8 Přerušené montážní předpínací kabely v horní desce

1 View of the bridge superstructure 2 Longitudinal section 3 Cross-section 4 Prestressing bars in the diaphragm 5 Unfinished diaphragm 6 Mounting prestressing tendon in the bottom slab 7 Exposed prestressing tendons 8 Broken mounting prestressing tendons in the upper deck

a je nutné provést jejich výměnu. Velmi zásadní problém byl zjištěn při vstupu do komory, kde bylo odhaleno, že nadpilířové příčnice nebyly dobetonované a předpínací tyče v těchto příčnicích tedy nebyly napnuté a neplnily svou statickou funkci (obr. 5). Naproti tomu podélné předpětí průběžnými kabely nejevilo žádné známky poruch (obr. 6), beton nosné konstrukce měl dostatečně dobré vlastnosti z hlediska mechanické odolnosti a trvanlivosti a stav mostovky zjištěný diagnostickým průzkumem se ukázal jako relativně dobrý.

6



7



8



Na základě archivní dokumentace a zjištěných charakteristik byla výpočtem stanovena normální zatížitelnost 21 t, což bylo správcem mostu (TSK hl. m. Prahy) vyhodnoceno jako nedostatečné pro dlouhodobou použitelnost mostu, a proto bylo rozhodnuto o provedení komplexní rekonstrukce včetně statického zesílení pro dosažení normální zatížitelnosti alespoň 32 t.

V rámci rekonstrukce byla navržena výměna mostního svršku, ložisek, mostních závěrů, závěrných zdí (vč. přechodových oblastí), sanace vnitřních povrchů komor, výměna nadpilířových příčniců a jejich předepnutí předpínacími tyčemi a zejména zesílení mostu volnými kabely.

Pro správný návrh dodatečného předpětí je nutné znát nejen postup výstavby a napínání nosné konstrukce včetně všech montážních stavů a změn statického systému, ale je nutné se zabývat i stavem původního předpětí. U montážního předpětí existovala oprávněná obava, že je významně zasaženo korozi a že je jeho funkčnost omezená. Tento předpoklad se později ukázal jako správný. Montážní předpětí bylo korozi poškozeno opravdu dramaticky (obr. 7 a 8). Naštěstí byl podíl montážních kabelů na celkové úrovni předpětí malý. U průběžných kabelů sice nebyl indikován žádný problém, ale počítat s jejich stoprocentní funkcí by bylo příliš optimistické a návrh dodatečného předpětí by nemusel být dostatečně bezpečný a robustní. Na druhou stranu příliš konzervativní odhad oslabení by mohl vést k příliš velkému dodatečnému předpětí se všemi negativními důsledky. Při návrhu dodatečného předpětí je tedy nutno vždy uvažovat s více možnostmi oslabení původního předpětí s tím, že dodatečné předpětí musí vyhovovat pro všechny možnosti oslabení.

Neexistuje žádné obecně platné doporučení, jak postupovat. Pro každý konkrétní případ dodatečného zesílení volnými kabely je nutno postupovat individuálně. Po uvážení všech výše popsaných aspektů bylo navrženo zesílení nosné konstrukce dvěma patnáctilánovými kabely z oceli Y1860 v každé komoře.



9 Předpínání mostu 9 Prestressing of the bridge

9

Skutečnosti zjištěné při realizaci

V dnešní době jsou inženýři zvyklí na poměrně dobrou přesnost prefabrikovaných výrobků, jelikož výrobní mají optimalizované postupy a kvalitní formy pro výrobky. Bohužel se ukázalo, že dříve byla přesnost prefabrikovaných konstrukcí výrazně menší, ať už z hlediska výroby prefabrikátů, tak montáže na stavbě. V této souvislosti bychom rádi zmínili problémy, které nejvíce ovlivnily průběh a plynulost výstavby.

Prvním z varovných signálů bylo půdorysné a výškové vedení konstrukce. V rámci výškového vedení má být konstrukce ve vrcholovém oblouku. Ve většině délky konstrukce má sice most plynulý tvar (odchylky v rámci desítek mm), nicméně v polovině předposledního pole se konstrukce „láme“ a dochází k odchýlení od tohoto tvaru až o 100 mm. Co se týče půdorysného vedení, tak zde byla zjištěna kombinace nepřesností na stavbě i ve výrobě. Komory mostů se pohybují stranově až o 300 mm, a to každá komora jiným směrem. Zvláštní z hlediska těchto posunů bylo, že vnější konce konzol jsou v poměrně přímé linii, což znamená, že v rámci délky mostu docházelo ke vzájemnému posunu spodní desky a stěn vůči desce horní. Pro ilustraci – vzdálenost komor se pohybovala od cca 2,55 až po 3,08 m, a to při prakticky shodné celkové šířce mostu. Jednalo se tedy o velké nepřesnosti při výrobě

prefabrikátů, které se velmi negativně projeví na uložení na spodní stavbě mostu, kdy byla ložiska uložena velmi excentricky vzhledem k pilířům i k pilířovým segmentům.

Další z hůře vysvětlitelných problémů vyvstal ve vedení podélného předpětí. V rámci diagnostiky byly z vnitřků komor prováděny destruktivní sondy k podélné předpínací výztuži ve stěnách pro ověření stavu injektáže kabelů a jejich případného korozního oslabení. Kabely byly zainjektovány v odhalených místech dostatečně, nicméně v jedné ze čtyř komor byl zjištěn nesoulad ve vedení předpínacích kabelů. Oproti archivní dokumentaci byla zjištěná odchylka až 300 mm. U segmentové konstrukce by takovou odchylku očekával opravdu málokdo. Ve velmi krátké době bylo nutné upravit statický výpočet a upravit i geometrii volných kabelů. To vše při probíhající stavbě.

Další z řady nepříjemných překvapení přinesly příčné předpínací tyče v nadpilířových příčnicích. Předpínací tyče pro rekonstrukci byly původně navrženy stejného průměru jako v původním projektu z roku 1983. V průběhu realizace se však ukázalo, že v pilířových segmentech byly umístěny chráničky pro předpínací tyče menší, než měly být. Navíc počet tyčí s různými průměry byl prakticky v každém nadpilířovém segmentu jiný. Stejně jako v předchozím případě je i zde jen velmi těžko pochopitelné, proč je prefabrikovaná

konstrukce tak různorodá. Naštěstí rezerva v původním návrhu umožnila použití některých tyčí s menším průměrem a předepnutí větší předpínací silou.

Velmi nelichotivé svědectví o stavitelství tehdejší doby přineslo uložení ložisek. Uložení pilířových segmentů na ložiska zajišťovaly dvě ocelové desky. Jedna zabetonovaná do segmentu a druhá klínová, která měla vyrovnávat příčný a podélný sklon. Na levém mostě byly klínové desky osazeny správně, takže ložiska byla uložena vodorovně. Na pravém mostě byly klínové desky osazeny špatně, takže ložiska byla uložena ve velkém podélném a příčném sklonu (na opěře O1 dokonce příčně ve sklonu čtyřprocentním a podélně v sedmiprocentním). Kluzné vrstvy pohyblivých ložisek byly výrazně poškozeny a ložiska prakticky žádné pohyby neumožňovala. Po tomto nepříjemném zjištění byly původní klínové desky odstraněny a na jejich místě jsou dnes osazeny klínové desky nové, které správně vyrovnávají příčný a podélný sklon.

Závěr

Rekonstrukce mostu v ulici Slánská se zdárně blíží ke svému konci. K dnešnímu dni zbývá dokončit pouze drobné terénní úpravy (*stav na konci července – pozn. red.*). Všechny problémy se realizačnímu týmu podařilo vyřešit a stavba je dnes v provozu. Ukazuje se, že zesílení komorových segmentových konstrukcí dodatečným předepnutím externími kabely je cestou, jak zajistit zvýšení jejich zatížitelnosti a tím je udržet déle v provozu. Náklady na zesílení jsou oproti úplné náhradě nosné konstrukce zhruba třetinové až čtvrtinové. Návrh zesílení musí být dostatečně robustní, aby byl schopen reagovat na nepředvídatelná zjištění při realizaci. V přípravě stavby je nutné věnovat dostatek času a prostředků na zpracování detailního diagnostického průzkumu, zejména průzkumu předpínací výztuže. Při zvažování rozsahu rekonstrukce a použitých stavebních metod je nutné přijmout fakt, že stav konstrukce zjištěný při

realizaci bývá horší, než je popsán v diagnostickém průzkumu.

Při vlastní stavbě je nutná úzká (prakticky každodenní) spolupráce projektanta a zhotovitele. Jen tak je možné zajistit úspěšnou realizaci stavby vedoucí k požadovanému cíli. V případě mostu ve Slánské ulici se to podařilo. Věřme, že podobných realizací bude přibývat a že se mosty z 80. let postupně nedostanou do stavu, kdy jediným možným řešením špatného stavebního stavu bude jejich kompletní náhrada.



Ing. Jan Bažil
bazil@pontex.cz



Ing. Lukáš Boháček
bohacek@pontex.cz



Ing. Petr Souček
soucek@pontex.cz

všichni: Pontex, spol. s r. o.

inzerce

PROJEKTOVÁ, INŽENÝRSKÁ, KONZULTAČNÍ ČINNOST A DIAGNOSTIKA VE STAVEBNICTVÍ



Mosty a lávky pro pěší • Dálnice, silnice, místní komunikace • Diagnostický průzkum konstrukcí • Objekty elektro • Inženýrské konstrukce
Konstrukce pozemních staveb • Zakládání staveb • Hlavní a mimořádně prohlídky mostů • Zatěžovací zkoušky • Technický dozor a supervize staveb

Certifikace systému jakosti podle ČSN EN ISO 9001:2016 a ČSN EN ISO 14001:2016

PONTEx, s.r.o., Bezová 1658/1, 147 00 Praha 4, tel.: 244 462 219, e-mail: pontex@pontex.cz