

Krok ke sloučení, krok k dospělosti

Na pozadí úspěchu dvou dosavadních pilířů činnosti naší společnosti, časopisu Beton a zdivo a každoročních Betonářských dnů, probíhá uvnitř ČBZ trvalá diskuze o ostatních aktivitách společnosti a v souvislosti s tím i o její optimální podobě pro bližší i vzdálenější budoucnost.

Vykonané práce, na kterou může být ČBZ myslím právem hrdá, je spousta. Ještě větší jsou však úkoly, které před naší společností stojí už v nejbližším období. A stačí se jen podívat na význam a rozsah činnosti národních betonářských společností západně od našich hranic, abychom pochopili, jak náročnou cestu musí naše ČBZ ještě urazit, aby dosáhla srovnatelné úrovně a dokázala hrát v podmínkách stavebnictví České republiky obdobnou roli.

Betonářské dny '97 navštívil pan Stoelhorst, ředitel betonářské společnosti patnáctimilionového Nizozemska, s naší vlastní velikostí srovnatelné země. Jeho imponující přednáška představila nizozemský Betonvereniging jako jednotnou a silnou společnost se 70letou tradicí, která má dnes 15 stálých pracovníků organizujících mnohotvárnou činnost na převážně komerčním základě s ročním obrátem 6 milionů guldenů.

Naproti tomu nám jako by se jen pomalu dařilo překonávat neblahé dědictví dramatických společenských změn, které opakovaně narušovaly kontinuitu stavebních odborných společností a jejichž důsledkem je dnešní roztržitost spolkové činnosti jednotlivých skupin i konkrétních osob. Také ještě nějaký čas potrvá, než naše mladičká ČBZ nalezne správný poměr mezi obětavostí dobrovolníků a precizností profesionálů, než dozraje dostatek schopných lidí motivovaných ke koncepcím i k té úplně všední práci pro společnost.

Impulzem k tomu všemu nechť je právě projednávané sloučení Českého národního komitétu FIP s Českou společností pro beton a zdivo a již společná příprava akcí a aktivit pro rok 1998. Je to sloučení nanejvýš potřebné a zdá se, že na obou stranách je k němu i dostatek dobré vůle. Kongres FIP v květnu 1998 v Amsterdamu bude totiž zároveň i labutí písní FIP a CEB a startem společné organizace pro konstrukční beton fib i ve světovém měřítku.

ČBZ začala už jako česká národní skupina fib připravovat pro kongres národní zprávu, bude mít v Amsterdamu svůj vlastní stánek a na podzim uspořádá tradiční kolokvium o novinkách přednesených na amsterodamském kongresu. Bude rovněž třeba vyslat zástupce ČBZ do nově konstituovaných odborných komisí fib. A začátkem prosince 1998 nás budou čekat další Betonářské dny!

Popřejme si (ale hlavně — přičiňme se společně o to!), aby to vše a řadu dalších aktivit zvládala posílená ČBZ více a více na úrovni, na jakou si rychle zvykáme ve vyspělém světě — dospěle.

Výstavba mostu při jižním vyústění Strahovského automobilového tunelu v Praze

Development of the Bridge at the South End of the Strahov Traffic Tunnel in Prague

Miloš Homolka, Milada Mazurová

Most je součástí městského dopravního okruhu a umožňuje provozování Strahovského tunelu – jeho napojení na komunikační síť Smíchova. Most je tvořen dvěma konstrukcemi – hlavním mostem a rampovým mostem. Hlavní most je komorový spojitý nosník o čtyřech polích, který překlenuje Plzeňskou a Kartouzskou ulici – obě s velmi intenzivní automobilovou a tramvajovou dopravou, která nemohla být po dobu výstavby omezena. Jde o monolitickou betonovou konstrukci předepnutou v podélném směru, v místech příčníků i ve směru příčném. Železobetonový rampový most tvoří tři rampy – rampa M, A1

a A2 – spojené v jednu prostorovou konstrukci uloženou na opěrách a pilířích uprostřed jednotlivých ramp. Vzhledem k situování mostu do centra Smíchova, byla věnována velká pozornost tvarovému řešení mostu, a to jak spodní stavbě, tak i nosné konstrukci včetně designu funkčního vyzdobení mostu a zakomponování objektu do této živé části města.

Architektonický návrh zpracoval doc. ing. arch. Arnošt Navrátil, investorem stavby byl OMI MHMP, generálním projektantem PUDIS a. s., generálním dodavatelem Metrostav a. s. Praha, divize 5.

The bridge is a part of Prague's traffic system and enables the use of the Strahov tunnel by linking it to the network of streets in Smíchov. The bridge is composed of two parts, the main bridge and the on/off ramps. The main bridge is a chambered four-span continuous beam which crosses Plzeňská and Kartouzská streets. These streets have heavy automobile traffic and tram lines. The bridge is a prestressed reinforced - concrete structure. The three ramps M, A1, A2 are joined in one bridge supported in the abutments and in the middle of the spans. As the bridge is situated in the centre of Smíchov, much attention has been given to the appearance of the bridge as well as to the functional integration of the structure into this very active district of Prague.

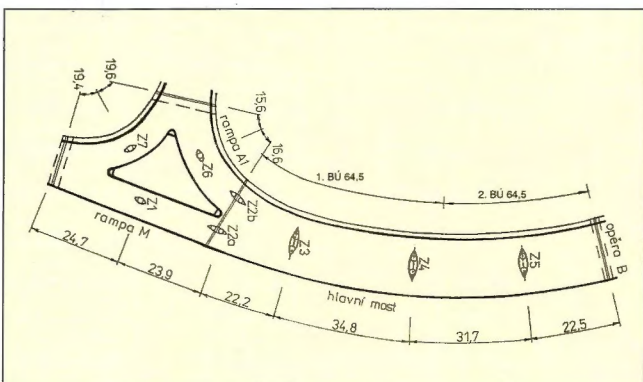
The architectural plan was designed by the architect Navrátil, the client is OMI MHMP, the project coordinator is Department 21 of PUDIS a. s., and the general contractor is Division 5 of Metrostav a. s. Praha.

Most je součástí městského dopravního okruhu (MO) a umožňuje zprovoznění Strahovského tunelu – zajišťuje jeho napojení na městskou komunikační síť Smíchova. Do doby zprovoznění dalších částí MO, tj. úseků Radlická–Strahovské tunely (RAST) a Zlíchov–Radlická, které umožní dopravní napojení na kapacitní vozovku Strakonickou, bude tento most sloužit pro obousměrnou dopravu. Ve směru z tunelu je napojení dopravy na ulici Mozartovu a z ní buď do ulice Kartouzské nebo Plzeňské, nájezd do Strahovského tunelu je z ulice Duškovy. Po zahájení provozu části MO k Strakonické ulici bude most sloužit pro jednosměrnou dopravu ze Strahovského tunelu ve směru z města, v opačném směru do tunelu bude doprava vedena po dalším novém mostě, který bude vybudován v příštích letech.

Vzhledem k situování mostu do centra Smíchova byla věnována velká pozornost tvarovému řešení mostu a jeho zakončení do této živé části města. Architektonický návrh tvarového řešení spodní stavby, nosné konstrukce a design funkčního vstrojení mostu jsou realizovány podle návrhu ing. arch. Arnošta Navrátila a ing. arch. Petra Pávy. Investorem akce je OMI MHMP zastoupený VIS a. s., generálním projektantem je PÚDIS a. s. středisko 21, generálním dodavatelem stavby je Metrostav a. s. divize 5 – Výstavba SAT.

Konstrukční řešení

Most je tvořen dvěma konstrukcemi – hlavním mostem a rampovým mostem (obr. 1). Hlavní most je spojitý nosník o čtyřech polích o rozpětích 22,40 – 31,68 – 34,79 – 22,20 m. Jde o monolitickou betonovou konstrukci předpjatou v podélném směru, v příčnicích nad pilíři je předepnuta i příčně. Nosná konstrukce je komorová se zakřiveným spodním pohledem vylehčená pěti komorami (obr. 2), nad pilíři jsou plné příčnicky. Šířka konstrukce je 17,78 m, v místě napojení na rampový most se



Obr. 1 – Půdorys konstrukce / Ground-plan of the structure

rozšiřuje až na 22,30 m. Most má čtyři jízdní pruhy, šířka mezi obrubníky je 15,5 m, u napojení na rampový most přibližně 20 m. Maximální výška příčného řezu je 1,95 m. Směrově je most navržen v poloměru $R = 180$ m, napojení na rampový most je přechodnicí. Niveleta mostu klesá k budoucímu tunelu Mrázovka ve spádu 4,25 %.

Rampový most tvoří tři železobetonové rampy – M, A1, A2. Ty jsou spojeny v jednu prostorovou konstrukci podepřenou na opěrách a pilířích uprostřed jednotlivých ramp. Rampa M zajišťuje dopravu do tunelu Mrázovka, je dvoupruhová, má dvě pole o délce 23,9 m a 24,7 m. Nosná konstrukce je uzavřeného průřezu vylehčená dvěma komorami, nad pilířem je plný příčník. Maximální výška příčného řezu je 1,95 m, šířka nosné konstrukce je 9,3 metrů. Směrově je v přísmce, niveleta klesá k tunelu Mrázovka. Rampa A1 zajišťuje v této fázi výstavby dopravu z a do Strahovského tunelu, je dvoupruhová, má dvě pole o délce 16,6 m a 15,6 metrů. Nosná konstrukce má tři komory, vnější tvar je analogický jako u rampy M. Největší výška příčného řezu je 1,95 m, šířka 11,9 metrů. Směrově je vedena v přechodnicích a oblouku o poloměru 30,0 m, niveleta rampy klesá k ulici Mozartova. Rampa A2 zajišťuje v budoucnu dopravu do tunelu Mrázovka z místní komunikační sítě, je dvoupruhová, má dvě pole o délkách 19,6 m a 19,4 m, nosná konstrukce je jako u rampy M. Výška příčného řezu je opět 1,95 m, šířka nosné konstrukce je 9,8 m. Směrově je vedena v přechodnicích a oblouku o poloměru 20,0 m, sklon rampy klesá k portálu tunelu Mrázovka.

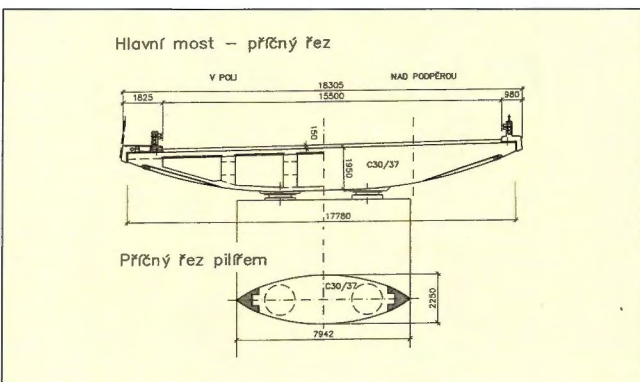
Spodní stavba mostu je tvořena opěrami B – ta je součástí portálu Strahovského tunelu, opěrou A na portálu tunelu Mrázovka a opěrou D před hotelem Mövenpick. Opěry A a B jsou založeny plošně, opěra D na pilotách průměru 1,2 m. Pilíře hlavního mostu (Z2a, Z2b, Z3, Z4, a Z5) jsou založeny na šachtových pilířích, pilíře rampových mostů (Z1, Z6 a Z7) jsou založeny na pilotách průměru 1,6 m. Příčný řez pilířů má tvar „čochky“ s čely ze železobetonových prefabrikátů. Šířka pilířů hlavního mostu je 7,95 m, tloušťka 2,25 m, pilíře rampových mostů mají šířku 3,45 m a tloušťku 1,8 m.

Římsy mostu jsou podle požadavku investora monolitické, podobně jako svodidlové zídky, na které jsou instalována ocelová svodidla NHKG. Na východní straně mostu tvoří svodidlová zídka a římsa jeden celek, na západní straně je mezi římsou a svodidlovou zídkou služební chodník.

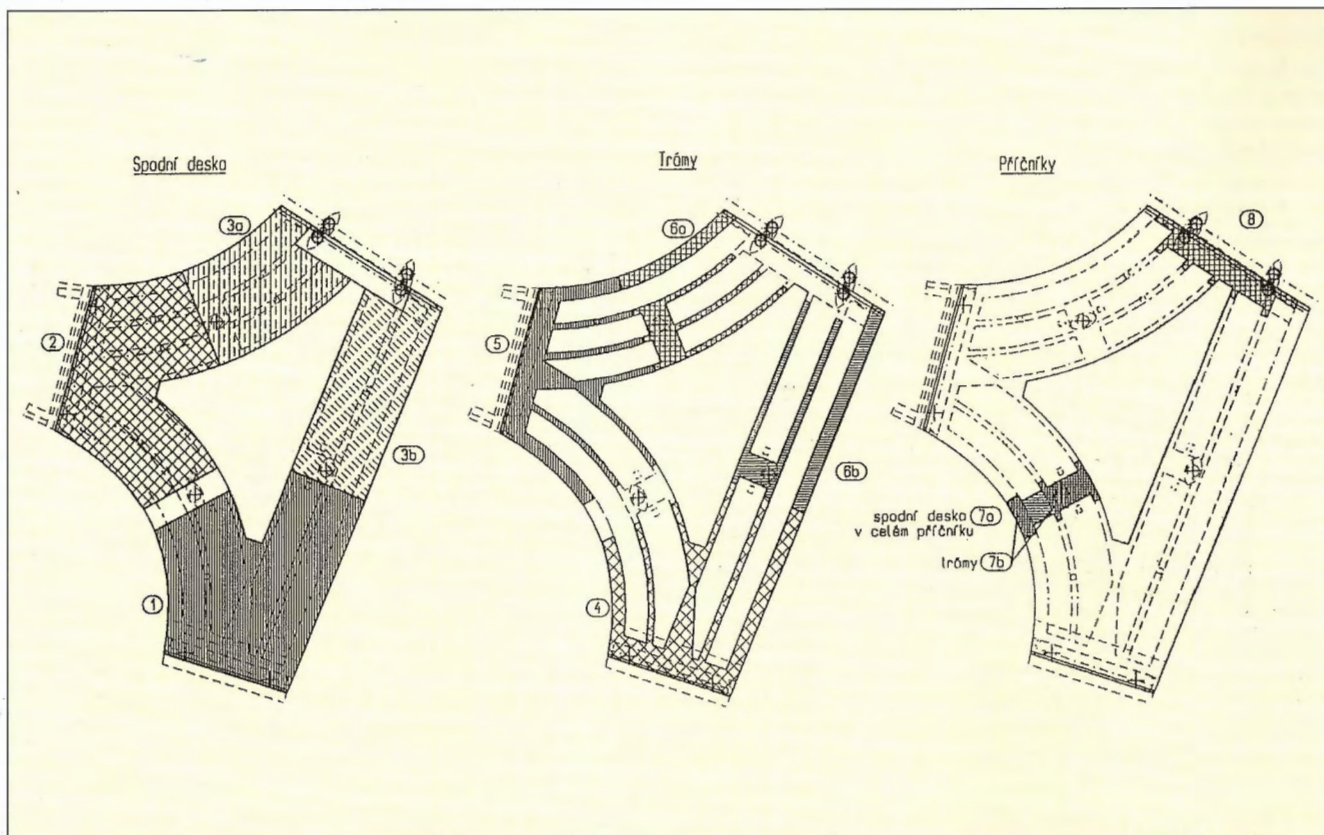
Odvodnění povrchových srážkových vod je ocelovým žlabem v chodníku a svislými svody podél opěr nebo pilířů do nově zřízené kanalizace. Nosná konstrukce mostu je chráněna celoplošnou izolací z modifikovaných asfaltovaných pásů ISOVIL P-5-B natavených na kotevní impregnační nátěr MC-DUR LF 450.

Stožáry veřejného osvětlení a portály pro signalizaci a značky jsou ocelové, atypické podle návrhu doc. ing. arch. Arnošta Navrátila. K nosné konstrukci mostu jsou připevněny čtyřmi kotvami HPT $\varnothing 32$ mm.

Ložiska mostu jsou hrcová typu N, NGa, NGe, dilatační



Obr. 2 – Vzorový příčný řez mostem / Typical cross-section



Obr. 3 – Postup betonáže rampového mostu / Concreting method of the ramp bridge

závěry typu 3W/162 a 3W/81. U hlavního mostu je pevné ložisko na pilíři Z4 ostatní ložiska jsou posuvná, na koncích mostu jsou dilatační závěry s max posunem 162 mm. U rampových mostů je pevné ložisko uprostřed rampy M na pilíři Z1, ostatní ložiska jsou posuvná, na opěrách A a D jsou dilatační závěry s max. posunem 81 mm.

Celá mostní konstrukce včetně spodní stavby je opatřena ochranným nátěrem nejen z důvodů estetických, ale i z důvodů zvýšení ochrany proti agresivnímu vlivu prostředí. Spodní stavba je chráněna epoxidovým nátěrem SIKAGARD 67, nosná konstrukce akrylátovým nátěrem SIKAGARD 680 S, římsy a svodidlové zídky nátěrem SIKAGARD 550 W – elastic. Na ochranu proti namrzání vozovky v zimním období je zabudován rozmrazovací systém BOSCHUNG.

Postup výstavby

Vlastní pilíře jsou tvořeny vždy dvěma prefabrikáty zhotovenými na stavbě z betonu C 40/50, mezi nimi je nosná část pilíře z monolitického betonu. Výstavba pilířů byla provedena tak, že prefabrikáty byly osazeny na základovou desku, rektifikovány, mezi nimi byla smontována výztuž nosné části pilíře a po osazení bednění byla provedena betonáž pilíře betonem C 30/37 pro stupeň agresivity prostředí (SAP) 3b dle ČSN 73 6206. Betonáž pilířů byla provedena bez pracovních spár, největší objem betonu byl 75 m³.

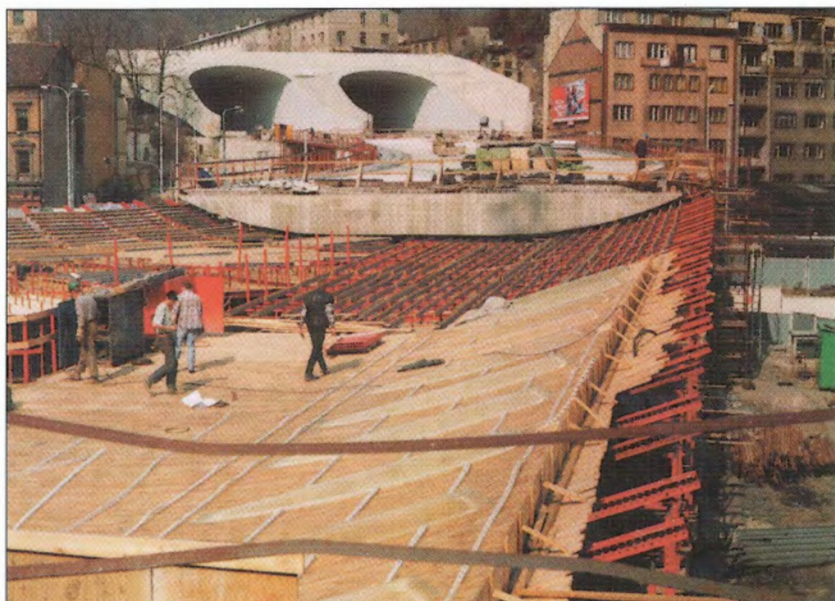
Po dokončení pilířů byla smontována skruž z ocelových I profilů na podpěrných prvcích z inventárních konstrukcí PÍŽMO. Tato skruž byla provedena pro hlavní most, neboť jeho konstrukce je situována nad ulicemi Kartouzskou a Plzeňskou s intenzivní automobilovou a tramvajovou dopravou. Konstrukce skruže musela proto splňovat požadavky, aby v ulici Kartouzské zůstal zachován průjezdný průřez šířky 7,0 m a výšky min 4,5 m, v ulici Plzeňské byla požadována šířka průjezdného průřezu 6,5 m a výška 4,2 m. Při budování skruže

přes tramvajovou trať byla investorem zajištěna výluká tramvaje, skruž přes ulici Kartouzskou byla budována v nočních výlukách.

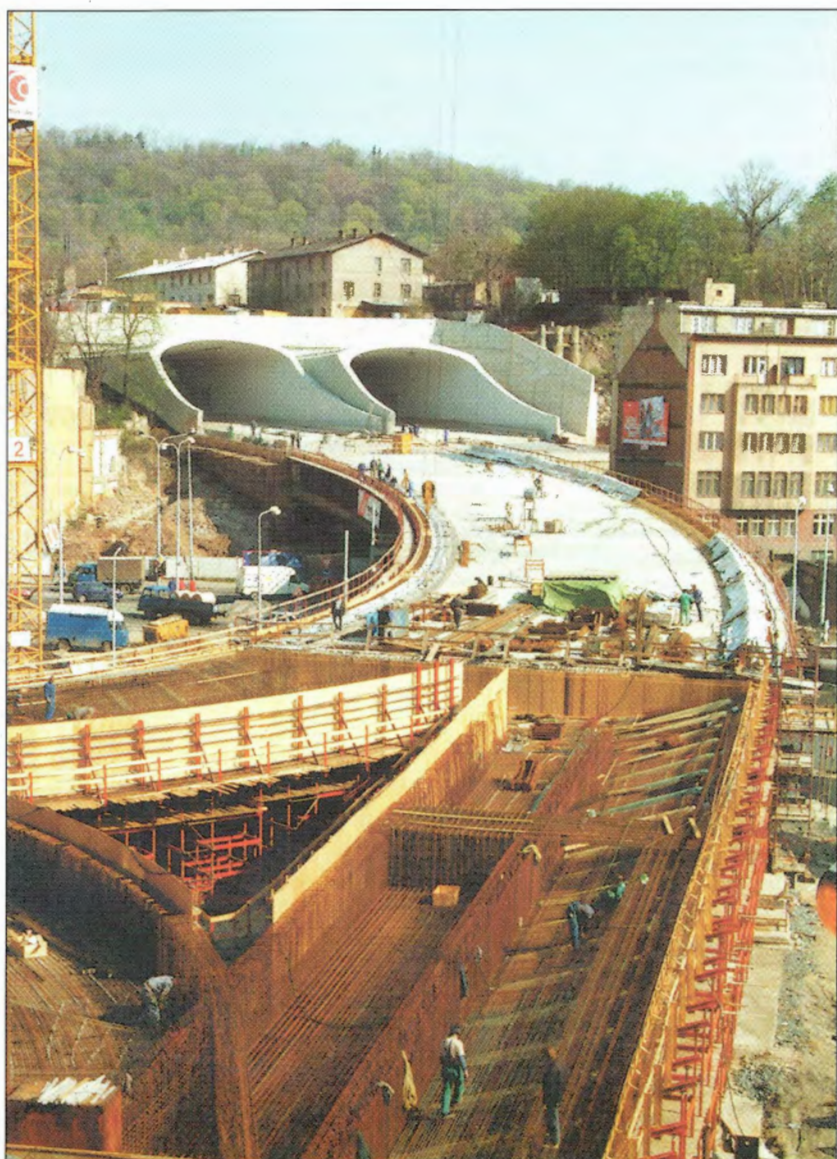
Nejobtížnějším problémem celé stavby bylo nalezení vhodného typu bednění pro tuto tvarově složitou konstrukci, neboť most je směrově veden v oblouku a současně je ve spádu 4,25 %, navíc tvar příčného řezu se zaoblenými boky klade velké požadavky na konstrukci bednění. Jako nosná konstrukce pro bednění podhledu hlavního mostu bylo použito bednění ALPI – MECCANO doplněné o ocelovou atypickou podpěrnou konstrukci (obr. 4). Celá plocha bednění byla rozdělena na sekce o půdorysných rozměrech přibližně 3 × 4 m, které byly smontovány v prostoru staveniště a pak jeřábem osazeny do vytýčené polohy na podlaze skruže. Projektovaného zaobleného tvaru podhledu mostu bylo dosaženo vložením různých vysokých fošen do prvků nosníků omega, které byly umístěny v podélném směru. Osazení fošen bylo provedeno po přesném polohovém usazení sekcí. Následně pak byly sekce upraveny do projektované výšky pomocí rektifikačních šroubů. Po geodetickém přeměření rohů každé sekce a potvrzení shody s projektem bednění byla na fošny přitlučena hoblovaná prkna, která tím vytvořila zakřivenou plochu podhledu. Bednění osvětlovacích nik a napojení ložisek na nosnou konstrukci mostu bylo vyrobeno ze skelného laminátu tloušťky 4 mm. Na bednění ramp bylo použito opět bednění ALPI, tentokrát včetně podpěrné konstrukce ORTHO.

Betonáž konstrukce

Velká pozornost byla věnována postupu betonáže. Aby se zabránilo vzniku smršťovacích trhlin, byl zpracován podrobný technologický postup betonáže. Hlavní most byl z důvodu předpínání rozdělen na dva předpínací úseky. První byl mezi dilatačními pilíři Z2a, Z2b a lícem příčnice za pilířem Z4 (délka úseku 64,5 m), na něj navazoval druhý úsek až k opěře B



Obr. 4 – Bednění spodní desky rampy M / Lower slab formwork of the M ramp



Obr. 5 – Pohled na bednění a výztuž rampové části / View of the formwork and reinforcement of the ramp bridges

v délce 46,6 m. Každý úsek byl betonován ve dvou záběrech, každý záběr představoval jedno mostní pole s přesahem do čela příčnicku za příslušnou podpěrou.

V příčném řezu probíhala betonáž v pěti etapách :

1. Spodní deska na délku celého záběru (obr. 6).
2. Betonáž příčnicků nad podporami do úrovně pod horní desku (betonáž byla provedena vzhledem ke značné kubatuře betonu a tím nebezpečí velkých objemových změn betonu ve dvou fázích).
3. Betonáž trámů do úrovně pod horní desku.
4. Osazení prefabrikátů ztraceného bednění stropu komor profilu.
5. Betonáž horní desky na délku celého záběru.

Pracovní spáry byly navrženy vždy tak, aby neprocházely po celé výšce jedním průřezem. Betonáž spodní desky následujícího záběru byla prováděna následně po betonáži trámů a příčnicků záběru předchozího. Betonáž rampové části mostu po délce byla rozdělena na etapy podle obr. 3, v příčném řezu probíhala betonáž shodně jako u hlavního mostu (obr. 5).

Beton pro konstrukci mostu byl navržen dle ČSN ENV 206 třídy C 30/37. Projektový ústav dopravních a inženýrských staveb zařadil povrch mostovky a dutiny mostu do třídy 2ba SAP. Spodní povrch nosné konstrukce s ohledem na omezenou rychlost automobilové dopravy pod mostem a s ohledem na ochranný a architektonický nátěr nosné konstrukce do třídy 2bb SAP. Projekt předpokládá vlhké prostředí



Obr. 6 – Betonáž hlavního mostu / Casting of the main bridge



Obr. 7 – Zatěžovací zkouška mostu / Load test of the bridge

s výskytem mrazu bez výskytu agresivních látek na beton. Třída 2ba předpokládá pouze atmosferickou vlhkost, třída 2bb uvažuje již s přímým kontaktem s vodou a sněhem. Obě třídy předpokládají provzdušněný beton s nejmenším procentem provzdušnění 4 %.

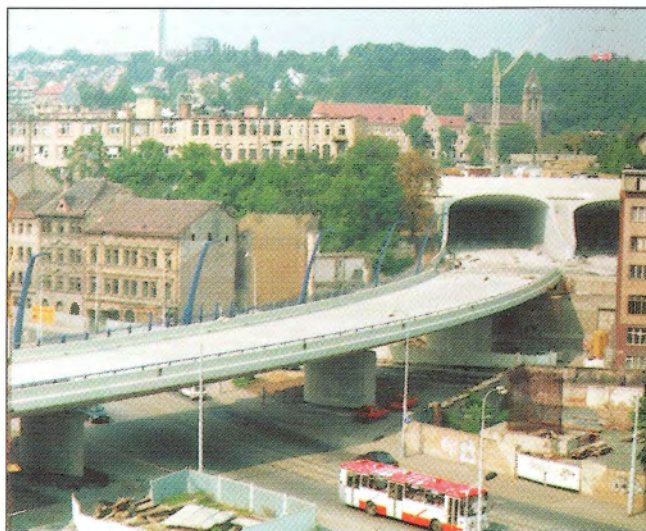
Práce byly zahájeny betonáží spodní desky tloušťky 200 až 250 mm, která má podélný i příčný sklon. Betonáž byla prováděna dvěma čerpadly a konzistence betonu byla na místě upravována tak, aby nedocházelo při vibraci ke sjíždění betonu po šikmých stěnách bednění. Vzhledem k dispozici stavby a dopravním problémům nebylo možné umístit čerpadla tak, aby bylo nejvýhodnější čerpání, ale beton se dopravoval téměř vždy na maximální vzdálenost danou výložníkem čerpadla. V několika případech bylo dokonce nutné použít potrubí.

Pro spodní nosnou desku byl používán beton tohoto složení: portlandský cement CEM I 42,5 Lochkov, drobné kamenivo 0-4 Úhy (prané, s podílem odplavitelných částic do 1 %), hrubé kamenivo 8-16 Dobříň, provzdušňovací přísada SIKA AER, superplastifikační přísada MELMENT 10/40. Směs podle této receptury měla na betonárně konzistenci 80 až 120 mm sednutí kužele, případná úprava na řidší konzistenci byla řešena dodáním další dávky superplastifikátoru na stavbě, přičemž byla zachována největší doporučená dávka Melmentu 1,4 litru na 100 kg cementu.

Po technologické přestávce 3 až 4 dny, kdy stavba provedla bednění podélných žebek a příčnicků, se vyarmované části vybetonovaly. Betonáž masivních konstrukcí probíhala vždy ve dvou etapách tak, aby se omezily vlivy hydratačního tepla a následné smršťování.

Pro betonáž příčnicků, žebek a povrchu mostovky byla po úpravách vybrána jako nejvhodnější receptura: portlandský cement CEM I 42,5, drobné kamenivo 0-4 Úhy, hrubé kamenivo 8-16 a 11-22 Dobříň, provzdušňovací přísada SIKA AER, superplastifikační přísada MELMENT 10/40. Poměr kameniva byl 42:25:33, vodní součinitel 0,395, plastifikátor v dávce 1,3 % z hmotnosti cementu. Konzistence dané směsi se pohybovala mezi 100 až 150 mm sednutí kužele. Mostovka byla betonována po odbednění žebek a příčnicků, kdy dutina mostu byla zakryta panely, jež posloužily jako ztracené bednění.

Nedílnou součástí výroby betonu bylo jeho zkoušení, a to odebraných vzorků v betonárně a na stavbě nedestruktivními zkouškami na konstrukci. V laboratoři betonárny bylo vyrobeno 41 sad (123 zkušebních vzorků) pro zkoušky betonu v tlaku po 28 dnech. Zároveň byly odebrány vzorky pro krátkodobé zkoušky betonu v tlaku. Krychelné pevnosti betonu v tlaku po 72 hodinách se pohybovaly okolo 24 MPa, po 18 dnech mezi 35 až 42 MPa v závislosti na použité receptuře. Výsledná pevnost betonu v tlaku po 28 dnech byla v rozmezí 38 až 52 MPa, prů-



Obr. 8 – Celkový pohled na hlavní most / General view of the main bridge

měrná pevnost 43,6 MPa. Nedestruktivně byly zjišťovány pevnosti Schmidovým tvrdoměrem N na dočasně přístupných čelech konstrukce.

Při každé betonáži prováděla laboratoř zkoušky obsahu vzduchu ve směsi. Procento provzdušnění se pohybovalo od 4,4 do 6,1 %, průměr byl 5,2 %. Na odebraných vzorcích 100/100/500 mm byly rovněž sledovány objemové změny betonu v závislosti na jeho stáří podle ČSN 73 1320. Ve stáří 98 dní dosáhlo smrštění 0,484 mm/m. Betonáž mostu i jeho následné předepnutí zajistilo předpokládané chování konstrukce, což potvrdila zatěžovací zkouška na podzim 1997 (obr. 7, 8).

Časový průběh výstavby mostu

29. 3. 1996	Nabytí právní moci stavebního povolení 1. etapy 3. stavby Strahovského tunelu
29. 3. 1996 – 27. 6. 1996	Spodní stavba mostu
15. 5. 1996 – 22. 7. 1996	Montáž skruže
30. 6. 1996 – 29. 10. 1996	Bednění hlavního mostu
19. 9. 1996 – 5. 12. 1996	Betonáž hlavního mostu
12. 11. 1996	Předepnutí 1. úseku hlavního mostu
19. 12. 1996	Předepnutí 2. úseku hlavního mostu
12. 3. 1997 – 29. 5. 1997	Bednění rampového mostu
14. 5. 1997 – 17. 7. 1997	Betonáž rampového mostu
2. 12. 1997	Zahájení provozu

Ing. Miloš Homolka, Metrostav, a. s. Praha, divize 5, Kobrova 2, 150 00 Praha 5

Ing. Milada Mazurová, TBG Metrostav, Rohanské nábř. 68, 186 00 Praha 8