

ESTAKÁDA ŘEPI-RUZYŇ ELEVATED ROAD ŘEPI-RUZYŇ

KAREL DAHINTER,
MARCEL MIMRA

Nový mostní objekt na pražském silničním okruhu. Výstavba proběhla v období od června 1999 do října 2001. Nosná konstrukce z předpjatého betonu, příčný řez tvořen dvojicí komorových nosníků, proměnná šířka mostovky v rozmezí od 16,4 do 21,4 m. Spojitý nosník s polem o maximálním rozpětí 46 m. Výstavba proběhla kombinací dvou technologií, na pevné a na výsvuné skruži. Estetické ztvárnění spodní stavby a nosné konstrukce.

The new bridge on the Prague expressway circuit. The bridge was built within tight time schedule from June 1999 to October 2001. The prestressed concrete bridge, the cross section of two box girders, varying width of top deck varies from 16.4 to 21.4 m. Continuous girder with max. span of 46 m. The bridge was built by combination of two methods, method on travelling formwork and fixed formwork. Aesthetical shaped sub- and superstructure.

Urychlené dobudování silničního okruhu kolem Prahy představuje v současné době zásadní problém řešení automobilové dopravy v hlavním městě. Dokončení dvou krátkých úseků v severozápadní části dopravně propojilo dálnici D5 (směr Plzeň, Rozvadov, SRN) se silnicí I/6 (směr Karlovy Vary) a silnicí I/7 (směr Slaný) a tím významně zklidnilo dopravní situaci v Řepích a Ruzyni. Stále však zbývá realizovat část, kde okruh prochází chráněnou krajinnou oblastí a přechází údolím Vltavy na severním okraji města.

Dominantním objektem na nedávno dokončených úsecích je most SO 2055 – Estakáda Ruzyň, délky 1003,8 m, s půdorysnou plochou 37 885 m², převádějící šestipruhovou rychlostní komunikaci silničního okruhu, kategorie R 34/120. Celková dispozice mostu je patrná z obrázků. Most sestává ze dvou samostatných konstrukcí pro každý dopravní směr

(obr. 1), které tvoří vždy dva oddělené dilatační celky se spárou nad pilířem 6 (obr. 2). Kratší část délky 170,6 m dotváří mimoúrovňovou křižovátku Řepy a je doplněna rampami odbočujících větví, které jsou dvoupruhové, s návrhovou rychlostí 40 km/hod. Most dále překračuje pásmo biokoridoru Litovického potoka, místní komunikace, železniční vlečku a trať ČD a vytváří koridor pro výhledovou rychlodráhu „PRAK“.

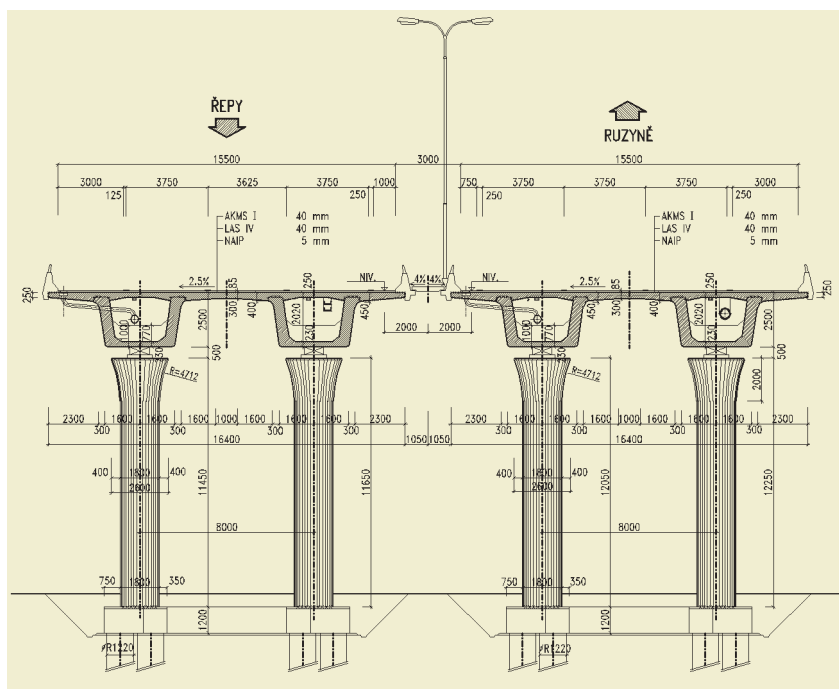
PROJEKT MOSTU

Značná péče byla věnována estetickému působení mostu (obr. 9). Mostní objekt leží na okraji městské aglomerace v území s rekreační funkcí. Z estetického hlediska jsou na mostě ve zvýšené míře uplatněny oblé tvary. Díky pilířům jsou oválného tvaru s kalichovitým rozšířením pod ložiskem, zaoblené prvky dřívků pilířů jsou zopakovány na opěrách mostu. Velké betonové plochy na opěrách byly rozčleněny předsaženými dřívky, nehoblovaná prkna bednění jsou kladena do svislé a vodorovné polohy. Nosná konstrukce je zaoblena v místě napojení konzoly desky mostovky na komoru, spodní rohy komory jsou rovněž zaobleny. Kompaktnost mostu je zdůrazněna betonovou svodilovou zídou s ocelovým madlovým nástavcem.

Založení mostu je provedeno hlubinným způsobem na velkopřůměrových pilotách vetknutých do vrstvy navětralé břidlice. Piloty mají Ø 1,22 m v zeminách a horninách R5, v horninách R4 mají Ø 1,10 m. Výjimkou je založení opěry 1 ve směru na Řepy, která je založena plošně. Nejdelší piloty dosahují délek okolo 22 m. S ohledem na velký počet pilot a značnou proměnlivost geotechnických poměrů bylo rozhodnuto provést statické zatěžovací zkoušky na třech zkušebních pilotách. Podařilo se tak ověřit chování pilot pro požadované pracovní zatížení 6,5 MN a přesnit jejich statický návrh.

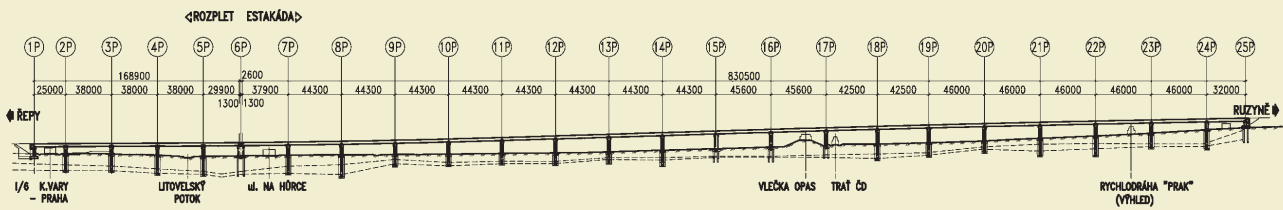
Přesto během provádění vrtných prací vlivem proměnlivých geologických poměrů byly v rámci jedné skupiny pilot, v oblasti s relativně krátkými pilotami (14 m), dosaženy značné rozdíly v délce pilot (až 8 m), což z hlediska požadavku na přenesení vodorovných sil nebylo akceptovatelné. Bylo proto nutné vzniklou situaci řešit. V daném případě bylo u čtyřech dřívků pilířů přidáno po jedné pilotě a příslušný základový blok byl upraven. Pod jedním dřívkem bylo nutné ze statických důvodů uklonit piloty v podélném směru ve sklonu 8:1.

Pilíře jsou tvořeny dvěma dřívky a základovým blokem. Dřívky pilířů jsou oválné s rozšířením zhlavím. Na mostě jsou pou-

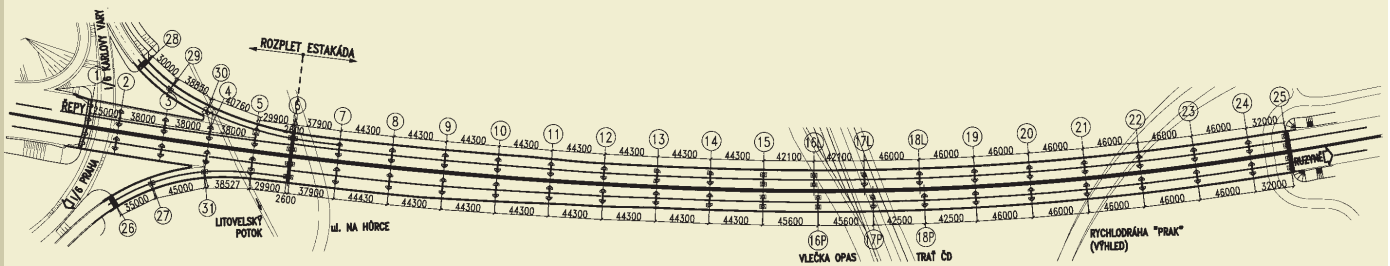


Obr. 1 Příčný řez v konstantní části u pilíře
Fig. 1 Cross-section in the constant part at the pier

PODÉLNÝ ŘEZ PRAVÝM MOSTEM



PŮDORYS



Obr. 2 Podélný řez a půdorys
Fig. 2 Longitudinal section and layout

žity tři typy dříků, typický dřík, dřík se svislým svodem odvodnění a dřík přechodového pilíře. Tvarově jsou jednotlivé dříky obdobné, liší se jen rozměrem v podélném směru.

Most je uložen na elastomerová vyztužená ložiska. Vzhledem k prostorovému uspořádání je část rozpletu uložena plovoucím způsobem. Na pilířích č. 3 a 4

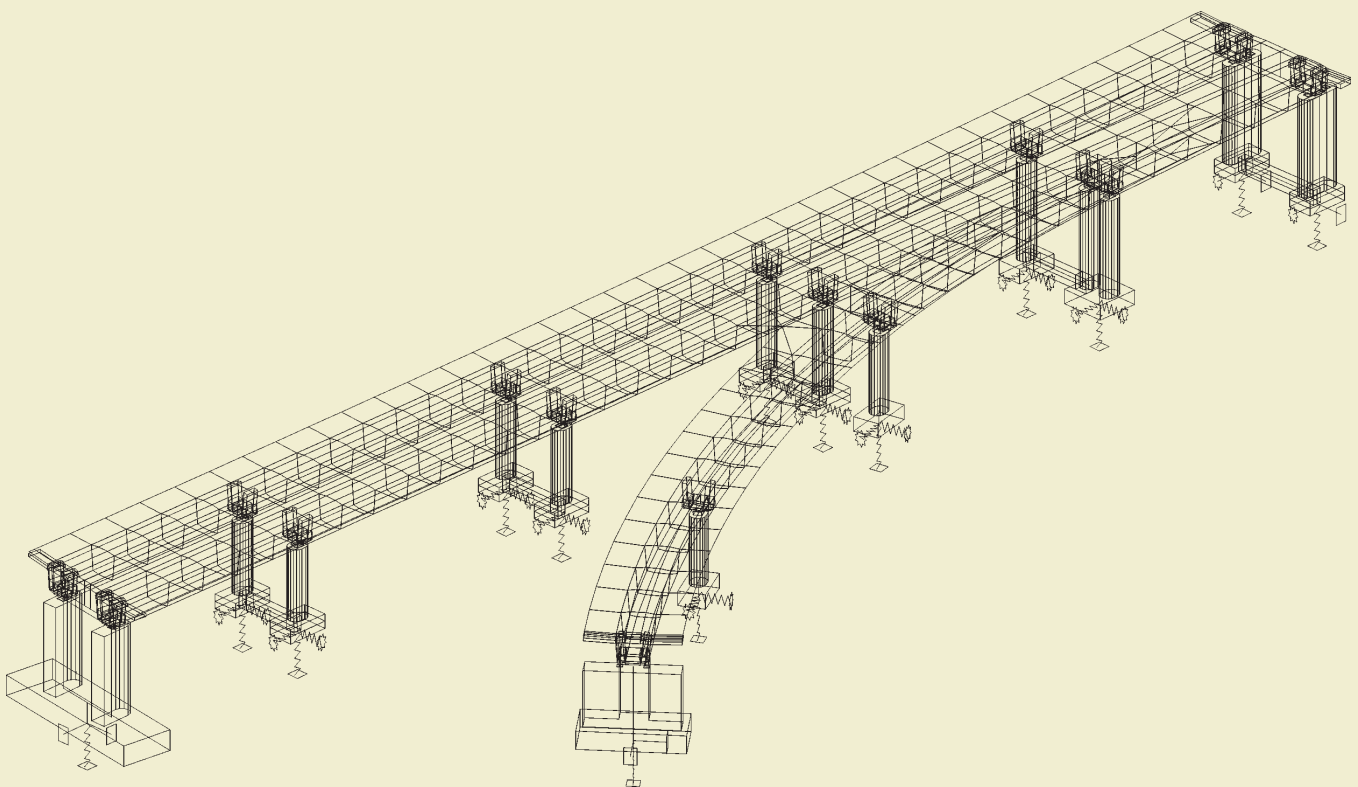
jsou však navržena ložiska o minimální výšce, která vytvářejí v podstatě pevný bod. Proti bočnímu posunu jsou navržena příčně pevná ložiska na opěře OP1 a na pilíři P6.

Část estakády mezi pilířem 6 a opěrou 25 je v podélném směru fixována pevnými ložisky na pilířích 14 a 15, v příčném směru je most vyjma pilířů 14 a 15 uložen plovoucím způsobem, pouze na přechodovém pilíři č. 6 a na opěře č. 25 jsou osazena příčně pevná ložiska.

Nosná konstrukce estakád má dvoukomorový příčný řez konstantní výšky 2,5 m. Maximální rozpětí (v ose os) je 46 m. Šířka nosné konstrukce je ve velké části mostu konstantní 16,4 m, zhruba v třetině délky estakád se šířka mění až na

Obr. 3 Výpočetní model pravé části rozpletu

Fig. 3 Calculation model of the right part of the weaving section





Obr. 4 Výstavba pilířů
Fig. 4 Construction of piers

lením dolní desky na 1 m. Po zvážení řady variant byly vybrány příčně předpjaté příčníky. Podélné svody odvodnění mostu i velice neobvykle po mostě vedená kanalizace z přilehlého silničního úseku tak mohou přejít nad příčníky bez prostupů.

Příznivých ekonomických ukazatelů mostu bylo dosaženo pečlivou statickou analýzou konstrukce prováděnou na výpočetních modelech, které vystihovaly interaktivní chování soustavy zemina-piloty-pilířenosná konstrukce (obr. 3). Návrh konstrukce byl optimalizován v několika krocích, značná pozornost byla věnována též návrhu konstrukční výztuže a jejímu uspořádání.

VÝSTAVBA MOSTU

Zaoblené tvary spodní stavby doplněné svislým i vodorovným podrobným členěním a zejména oválný tvar díků pilířů s rozšiřující se hlavicí, který se objevuje i u obou opěr estakády, představoval značné nároky na provádění (obr. 4 a 5). Byly zde použity základní prvky systémového bednění PERI-VARIO, které tvořily nosnou kostru bednicí formy. Plášť bednění byl sestaven z řezaných prken na polodrážku, vytvářející vertikální strukturu dířku. Ta pokračovala i na rozšířené hlavicí, kde se původně konstantní šířka prken musela plynule rozšiřovat. Na mostě se kromě běžných dířků o rozměru 2,3 x 1,8 m vyskytují ještě prodloužené dířky přechodového pilíře 6 rozměru 4,9 x 1,8 m a dířky se svislým svodem odvodnění pilíře 15 rozměru 3,105 x 1,8 m, které vyžadovaly úpravu formy. Speciální úpravy formy vyžadovaly dvojité dířky pilíře 5 v místě napojení větví na estakádu a dířky opěry 1 a 25. Výstavba pilířů probíhala od nejvyšších (13 m) k nejnižším

(6 m) postupným zkracováním formy v dolní části. Betonářská výztuž byla ukládána ve formě armokošů, spodní část byla průlezná i po dobu betonáže až po úroveň hlavice a po jeho osazení se pokračovalo v betonáži plynule dál na celou výšku dířku. Betonové bloky pro ložiska se betonovaly dodatečně.

V případě opěr estakády jsou dířky doplněny přední stěnou, deskou a stěnami revizní komory a křídly opěry. Opěra 1 je vybavená ještě svislými komunikačními šachtami pro svislé svody odvodňovacího potrubí mostu. Opěry ramp jsou řešeny obdobně, ale pouze zaoblením bez použití motivu hlavice dířku. Systém bednění PERI-VARIO a plášť z prken byl zachován. Dilatační spáry širokých opěr estakády jsou v ose komunikace; viditelné pracovní spáry vyplývající z postupu výstavby jsou zvýrazněny zkosenou lištou a z rubu utěsněny gumovým profilem. Uspořádání opěry 25 estakády umožňovalo průjezd výsuvné skruže na zemní těleso a zpět, po dokončení pravého pasu a při zahájení stavby levého pasu.

Viditelné plochy spodní stavby podél veřejných komunikací jsou opatřeny nátěrem odolným vůči odstraňovačům sprejů na výšku 5 m, v ostatních částech na výšku 3 m.

Základní myšlenkou návrhu nosné konstrukce mostu bylo dosažení materiálové úspory a současně umožnění proudového postupu výstavby po polích. Nabízely se v zásadě dvě technologie; výstavba na pevné skruži a na výsuvné skruži. Po optimalizaci rozpětí polí a analýze příčného řezu bylo rozhodnuto o uplatnění výsuvné skruže v rozsahu konstantního tvaru komorových nosníků, tj. pro pravý pas od pilíře 14 po opěru 25 a pro levý pas od opěry 25 po pilíř 6, celkem 30 polí. Zbývajících 18 polí estakády a 4 pole ramp se betonovaly na pevné skruži

21,4 m. Tloušťka dolní desky je konstantní 0,23 m a šířka stěn je 0,46 m.

Nosná konstrukce rozpletu tvarově navazuje na konstrukci estakády. V hlavní trase je příčný řez dvoukomorový, na větvích obdobný jednodurkový. K vlastnímu propojení konstrukce hlavní trasy a větví dochází mezi pilířem 4 a 5, kde se bližší stěny spojovaných komůrek slučují do stěny jedné. Tato stěna přechází ještě přes pilíř 5, kde se zatížení z této stěny přenechá do ložisek, a za pilířem 5 postupně vymizí náběhem tak, aby byla zajištěna plynulá změna ohybové tuhosti průřezu.

Pro předpětí nosné konstrukce byly použity převážně kabely z 15 lan Ø 15,7 mm, předpínací systém DSI. V zájmu maximálně zjednodušit tvar vnitřního bednění komor vzhledem ke stísněným prostorovým podmínkám uvnitř vybetonované konstrukce bylo navrženo předpětí bez potřeby jakýchkoliv vnitřních kotevních bloků v taktu. V každé stěně je typicky 5 kabelů, z toho v čele běžného taktu se spojují 3 kabely a zbývající dva procházejí spojitě přes pracovní spáru.

Vzhledem k bodovému podepření každé komory jedním ložiskem v jeho ose jsou navrženy podporové příčníky se zesí-



Obr. 5 Výstavba řepské opěry
Fig. 5 Construction of the Ropy abutment



Obr. 6 Výsuvná skruž Röro 2000
Fig. 6 Travelling centering Röro 2000



Obr. 7 Betonáž mostního pole na výsuvné skruži

Fig. 7 Concreting of the bridge span on the travelling centering

z ocelových nosníků IP 1000 a podpěr z materiálu PIŽMO.

Výstavba nosné konstrukce byla zahájena posledním dílem na pevné skruži mezi pilíři 13 a 14, který se vybetonoval ve dvou cyklech jako vahadlo s oboustrannou konzolou délky 2 x 9,2 m a následně klasický betonážní díl s konzolou délky 9,2 m. Na pevné skruži byly uloženy dílce spodního bednění – podlahy, které se po odskrucení postupně přemísťovaly vpřed. Vnější bednění boků nosníků, konzol a desky mezi nosníky bylo podélně pojízdné na celou délku betonážního dílu. Nosnou kostru bednění tvořily nosníky soustavy ALPI MECCANO s pláštěm z podélných prken, umožňující postupné odbednění celé soustavy a její přejezd do nové betonážní polohy. Betonáž každého dílu probíhala ve dvou etapách, nejdříve spodní část komorových nosníků tvaru U včetně nadpodporového příčnicku, představujícího zesílenou dolní desku v délce 3 až 4 m, následně celá mostovková deska. Vnitřní bednění stěn nosníků bylo

z velkorozměrových dílců, které se před betonáží mostovky odstranily. Bednění stropů nosníků bylo opět z dílců na celou šířku komory, které se přesouvaly z již hotové části na část rozpracovanou. V části rozpletu byla situace složitější a použití prefabrikovaného bednění bylo možné jen pro některé části nebo při rozdělení do jednotlivých základních bloků délky 6 m. Značná část konstrukcí musela být vybedněna individuálně. Přesto se podařilo bez větších problémů dokončit části na pevné skruži v časovém předstihu. Doba cyklu běžného pole estakády na pevné skruži trvala průměrně tři týdny.

Pro výsuvnou skruž byl zvolen materiál firmy RÖRO – Bautechnik GmbH, univerzální nosníky U 2000 – 2, 3, umožňující použití jako výsuvná skruž pro rozpětí do 45 m bez mezipodpor, a jako pevná skruž do rozpětí 48 m (obr. 6). Výsuvná skruž má délku 94,4 m, z toho zesílená část délky 57,6 m může nést bednění. Sestává z dílců délky 9,6 m, zesílených nebo lehkých, a nájezdového a koncového dílu délky 4,8, resp. 3,2 m. V příčném uspořádání tvoří čtyři samostatné prostorové soustavy, sestávající ze dvou základních zavětrovaných nosníků, k nimž se přidávají další v oblasti nesoucí zatížení

betonem. Manipulace se skruží ve všech směrech se provádí hydraulickými lisy umístěnými na podpěrách. Podepření skruže v místě pilířů bylo doplněno o mezipodpěry v poli pro zmenšení průhybů skruže a možnost jejího betonážního nadvýšení. Podpěry byly opět z materiálu PIŽMO a ŽP 16. Podepření doplňoval záves skruže na hotové části mostu.

Systém bednění byl obdobný jako u pevné skruže, výhodou bylo pevné spojení vnějšího bednění včetně podlahy se skružovými nosníky a konstantní šířka komorových nosníků. Zahájení prací na prvním betonážním dílu začalo dle harmonogramu v dubnu 2000 a při dvoutýdenním cyklu s měsíční zimní přestávkou měla být nosná konstrukce dokončena do 31. července 2001. Ve skutečnosti, i přes určité menší problémy, proběhla poslední betonáž 24. července 2001. Přes nepoměrně složitější příčný řez ve srovnání s dvojtrámem se zde podařilo zkrátit dobu cyklu až na 12 dní, v němž byly zahrnuty dvě fáze předpínání po první a druhé etapě betonáže (obr. 7).

Předpínací výtuz tvoří kabely DWIDAG o 15 lanech Ø 15,7 mm, 1570/1770, s kotvami MA 6815, resp. ZR 6815 a nastavované spojky R 6815, které jsou uloženy v kanálkách Ø 90 mm. Z celkového počtu kabelů procházejících spárou je 60 % kotveno a spojováno a 40 % prochází volně do dalšího dílu. Příčnický v komoře nosníku nad ložisky jsou předepnuté kabely ze 7 lan Ø 15,7 mm ve tvaru vlásky v počtu 3 až 4, podle délky příčnicku a jejich kotvy jsou vyvedeny do stěn mezi nosníky. Na celém mostě je navržena betonážská výtuz z oceli 10505 (R).

Z vybavení mostu zmíníme pouze železobetonové svodidlo s trubkovým madlem, nahrazující současné římsu a zábradlí, které představovalo technologicky náročnou část mostu s celkovou délkou 4 km. Dilatační úseky železobetonového svodidla jsou po 27 m, stejné jako byly úseky betonážní. Mezilehlé smršťovací spáry po 9 m se vytvářely po odbednění v místech přerušené výtuzi nařiznutím betonu do hloubky 40 mm a šířky 10 jako služební chodník.

Svodidla i zákrtyvé desky jsou z provzdušněného betonu C30/37-3b (zn. 425). Betonáž svodidel tohoto tvaru a s uvedenými parametry betonu před-

Tab. 1 Hlavní použité materiály
Tab. 1 Main used materials

| Materiál | Most celkem | Nosná konstrukce | Spotřeba na m ² nosné konstrukce |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Beton | 34 215 m ³ | 21 986 m ³ | 0,585 m ³ |
| Betonářská ocel | 3 895 t | 3 100 t | 82,5 kg |
| Předpínací ocel (podélné předp.) | 698 t | 698 t | 18,6 kg |

stavuje určitý problém pro výslednou kvalitu jeho povrchu. Nízký vodní součinitel betonové směsi zaručuje požadovanou pevnost betonu, ale spolu s hustou výztuží brání úniku bublin zejména na dovnitř skloněných plochách bednění. Určité, ale velice drahé řešení představovaly rohože ZEMDRAIN upevněné na bednění, které umožňují únik vzduchových bublin a současně přispívají ke zpevnění povrchové vrstvy betonu.

Pro vnější pohledovou plochu svodidla byly použity speciální bednicí desky s vertikálním členěním charakteru hoblovaných prken. Tato plocha je opatřena šedozele-

ným sjednocujícím nátěrem, kterým je natřena i opěra 1. Vnitřní spodní část povrchu svodidel je opatřena ochranným nátěrem SIKA proti účinku rozmrazovacích solí.

ZÁVĚR

Most byl uveden do provozu v říjnu 2001 spolu s celým úsekem pražského okruhu mezi Řepy a Ruzyně (obr. 9 a 10). Dosavadní zkušenosti potvrzují, že se jedná o technicky zdařilé dílo, navržené a realizované v požadované kvalitě a termínu, s maximální technickou a technologickou hospodárností a s krátkou dobou výstavby, od června 1999 do října 2001.

Zhotovitelem celé stavby SOKP 517 pro Ředitelství silnic a dálnic ČR bylo Sdružení 517, sestávající z firem: Metrostav, a. s.; Stavby silnic a železnic, a. s.; Max Bögl a Josef Krýsl, k. s., a Stavby mostů Praha, a. s. Zhotovitelem tohoto mostu byly po-

Obr. 9 Přechodový pilíř mezi vlastní estakádou a rozpletem

Fig. 9 Connecting pier between the elevated road and the weaving section



Obr. 8 Řepská opěra

Fig. 8 Řepy abutment

slední dvě firmy pod vedením SMP, a. s. Podzhotovitelem pro pilotové založení a zkoušky pilot byly Zakládání staveb, a. s. a FG Consult, s. r. o.

Projektantem celé stavby 517 byl SUDOP Praha, a. s., který působil současně jako podzhotovitel části RDS mostu pro zhotovitele RDS firmu PONTEX, s. r. o.

Celkové náklady na most, podle pevné ceny nabídky, zpracované dle DZS, činily bez DPH 678 mil. Kč. Při celkové půdorysné ploše nosné konstrukce mostu 37 885 m² vychází výsledná cena za m² mostního objektu 17 891,- Kč. Tento údaj doplňuje přehledová tabulka 1 celkové a specifické spotřeby hlavních stavebních materiálů.

Ing. Karel Dahinter, CSc.

SMP CONSTRUCTION, a. s.

Na Florenci 1413/33, 113 16 Praha 1

tel.: 02 2218 5225, fax: 02 2232 3820

e-mail: dahinter@smp.cz, www.smp.cz

Ing. Marcel Mimra

PONTEX, s. r. o.

Bezová 1658, 147 14 Praha 4

tel.: 02 4406 2240, fax: 02 4446 1038

e-mail: mimra@pontex.cz, www.pontex.cz

Obr. 10 Pohled na celé přemostění po uvedení do provozu

Fig. 10 View of the overall bridging after putting in operation