SEGMENTOVÉ SILNIČNÍ MOSTY SYSTÉMU FREYSSINET INTERNATIONAL VYRÁBĚNÉ V ČESKÉ REPUBLICE ▮ SEGMENTAL ROAD BRIDGES OF THE FREYSSINET INTERNATIONAL SYSTEM PRODUCED IN THE CZECH REPUBLIC

Karel Dahinter, Petr Popsimov

V průběhu 70. let minulého století bylo rozhodnuto o zavedení segmentové technologie systému Freyssinet International do ČSSR. Pro tento úkol byl vybrán podnik Stavby silnic a železnic a jeho mostní závod. Na počátku 80. let byla dokončena výrobna segmentů pro unifikovaný systém mostů s rozpětím do 60 m a šířky od 10 do 15 m. První most v Teplicích byl uveden do provozu koncem roku 1982 a do současnosti bylo dokončeno 73 nosných konstrukcí mostů o celkové délce 20,3 km a celkové plošné výměře mostních konstrukcí cca 270 000 m^2. ▮ During the 1970, it was decided to bring the segmental technology of Freyssinet International to our country. The Stavby silnic a železnic company with its bridge branch were chosen for this task. At the beginning of the 1980s, the factory for production of segments of a unified system for bridges with span up to 60 m and width from 10 till 15 m was finished. The first bridge was finished in Teplice at the end of 1982 and until now, 73 superstructures of bridges with total length of 20.3 km and the total surface of the bridge superstructures of more than 260 000 m^2 have been finished.

Technologie nosných konstrukcí segmentových mostů z předpjatého betonu s těsnými spárami byla poprvé aplikována ve Francii na mostě Choissy le Roi podle návrhu Jeana Mullera z firmy Freyssinet International počátkem 60. let minulého století. Další vývoj této technologie přinesl násobné ozuby ve stěnách a jednoduché ozuby v horní a dolní desce segmentů. Toto uspořádání, spolu s okamžitým pevným spojením předpínacími tyčemi, zajistilo spolehlivý přenos smykových napětí nezávisle na výplni kontaktních spár ještě před definitivním předpětím. Od té doby se výstavba segmentových mostů rozšířila na všechny kontinenty, do většiny hospodářsky vyspělých i rozvíjejících se zemí.

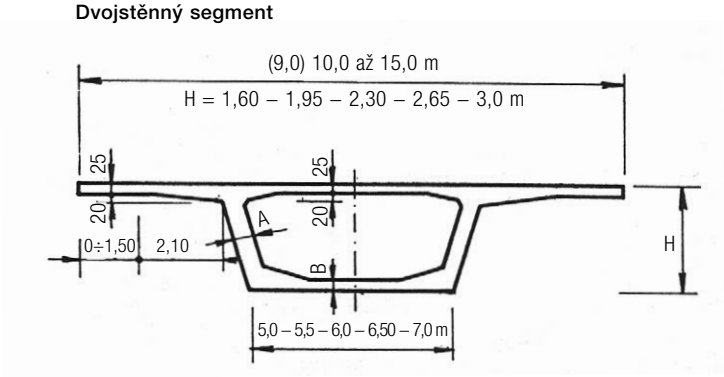
Technologie je aplikována ve dvou variantách – se spárami vyplněnými epoxidovým tmelem a se spárami suchými. První je používána zejména v Evropě při postupu letmou montáží, kdy jsou spáry bezprostředně po namontování segmentů stlačeny provizorním předpětím a po zatvrdnutí tmele jsou do trubek v segmentech navlečeny, napnuty a následně zainjektovány definitivní předpínací kabely. Druhá varianta se používá v oblastech s teplým klimatem, kde nejsou tak přísné požadavky na těsnost spár. U této varianty se používají téměř výhradně volné předpínací kabely, které umožňují předepnutí a montáž celého pole vcelku. Tyto kabely se mohou dle potřeby používat i u varianty první.

Z výrobního hlediska existují dva způsoby betonáže segmentů, kdy čelo hotového segmentu tvoří vždy bednění segmentu následujícího, dle principu pozitiv a negativ. Segmenty se buď betonují postupně na ploše odpovídající průběhu spodního líce konstrukce, s pojízdným bočním bedněním, přičemž lze realizovat i proměnnou výšku průřezu. Nebo se vyrábí v buňkách (komplexních formách s vytápěním i možností prostorové rektifikace), kdy je betonáž prováděna na jednom místě a postupně se nastavuje a následně odsouvá hotový segment. Druhá metoda je technicky náročnější, ale z hlediska použití vhodnější, zejména pro centrální stálou výrobnu.

Rozhodnutí o zavedení segmentové technologie do výstavby mostů v ČSSR v druhé zmiňované podobě padlo v polovině 70. let minulého století. Důvodem byla nedostatečná výrobní kapacita stavebních firem na výstavbu mostů a na péči o zanedbanou dopravní infrastrukturu státu. Z mezinárodního tendru na nabídku komplexní technologie, tj. know-how i dodávky výrobních a montážních zařízení, vyšla vítězně francouzská firma Freyssinet International (FI). Návrh technologie byl zaměřen na výstavbu mostů středních rozpětí do 60 m v šířkách 10 až 15 m, s konstantní výškou komorového průřezu a s možností odstupňovaní po 0,35 m od 1,6 do 3 m. (Výška 1,6 m nebyla nakonec do výroby zavedena.) (obr. 1)

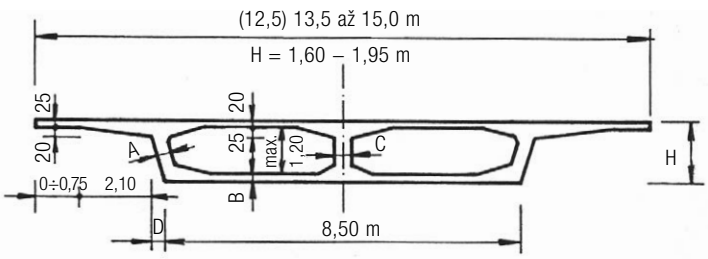
Realizací tohoto programu byla ze skupiny podniků inženýrského stavitelství pověřena firma Stavby silnic a železnic (SSŽ) a předpokládalo se i pozdější rozšíření na Doprastav Bratislava. Mosty byly určeny převážně pro český region, a proto byla

Dvojstěnný segment



1a

Trojstěnný segment



A = 0,382 – 0,50 – 0,518 m
B = 0,20 – 0,25 m ~ H = 1,60 m
0,20 – 0,25 – 0,30 – 0,35 – 0,40 m ~ H ≥ 1,95 m
C = 0,51 – 0,62 m
D = 0,41 m ~ H = 1,60 m
0,535 m ~ 1,95 m

1b

2

3a

4

5

3b

výrobna umístěna v Brandýse nad Labem, který leží blízko zdrojů a v předpokládaném těžišti nejčastějších aplikací těchto mostů. Stavební projekt objektů výrobny mostních segmentů (VMS) vypracoval Keramoprojekt Praha. (obr. 2)

Technické řešení vývojového úkolu probíhalo ve Správě technického vývoje ve spolupráci se Správou projektovou. Výrobní a montážní zařízení zajišťovaly příslušné útvary podnikového ředitelství spolu s určeným závodem 2 – Mosty. Přímým pokračovatelem tohoto mostního závodu je dnešní podnik SMP CZ, a. s., který se v roce 1990 osamostatnil a dnes patří do mezinárodní skupiny VINCI, jejíž součástí je i FI a Eurovia CZ, bývalá společnost Stavby silnic a železnic.

Situování VMS Brandýs umožňovalo napojení na silniční i železniční síť a též na říční dopravu. Jeřábové dráhy obsluhovaly veškeré manipulace od výroby a skladování segmentů až po jejich naložení na všechny druhy dopravních prostředků. (obr. 4) Maximální hmotnost segmentů je 60 t, a proto se pro silniční dopravu používaly speciální podvalníky s maximálním nápravovým tlakem 120 kN, pro železniční dopravu vagony PX nebo HX a pro lodní dopravu odpovídající nákladní čluny dovolující zatížení skupinou segmentů. (obr. 5)

Obr. 1 Typy průřezů segmentů: a) dvojstěnný, b) trojstěnný ▮ Fig. 1 Types of segmental cross-sections: a) two-webs segment, b) three-webs segment

Obr. 2 Výrobna mostních segmentů v Brandýse nad Labem ▮ Fig. 2 Production factory of the bridge segments in a city of Brandýs nad Labem

Obr. 3 Dvojstěnný segment: a) čelo výrobní buňky, b) hotový výrobek při kontrole na skládce ▮ Fig. 3 Two-webs segment: a) front of the production cell, b) during checking in the factory

Obr. 4 Skládka segmentů s jeřáby a přístavištěm ▮ Fig. 4 Stock of segments in the factory with cranes and port facilities

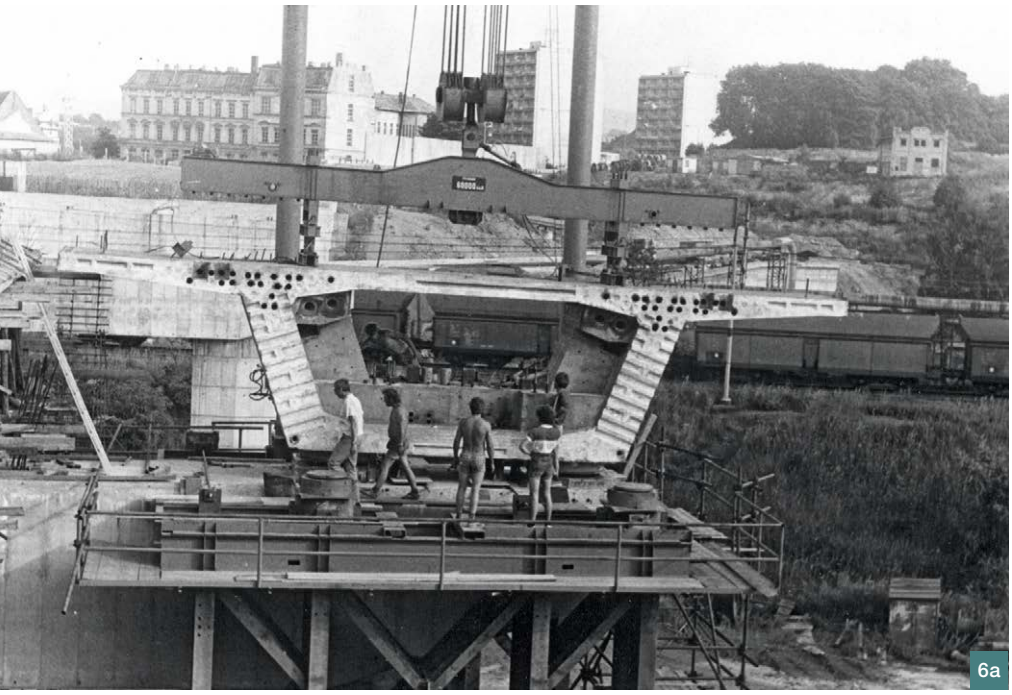
Obr. 5 Silniční přeprava segmentů ▮ Fig. 5 Highway transport of segments

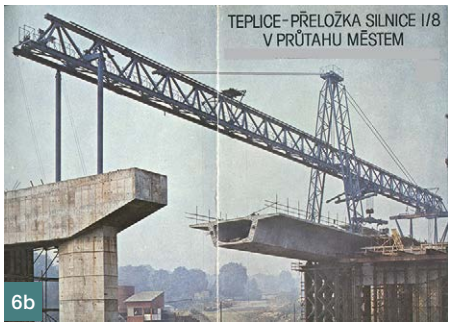
Firemní prezentace

PROFESIONÁLNÍ ŘEŠENÍ
výzkum ▪ vývoj ▪ výroba ▪ obchod ▪ poradenství
pro sanace betonových konstrukcí

Redrock Construction s.r.o.
Újezd 40/450, Michnuv palác
Praha 1, Malá Strana
Telefon: +420 283 893 533
Fax: +420 284 816 112
E-mail: info@redrock-cz.com
www.redrock-cz.com

REDROCK® CONSTRUCTION





Obr. 6 Most v Teplicích, montážní jeřáb MS1: a) první segment FI osazen na pilíř (zleva: K. Dahinter, za ním P. Novák, šéfmontér segmentů u SSŽ), b) výstavba, c) dokončený most ▮ Fig. 6 Bridge in Teplice, assembling crane MS1: a) first segment FI set placed on the pier (from the left side: K. Dahinter, P. Novák, chief mechanic in the company SSŽ), b) construction, c) finished bridge

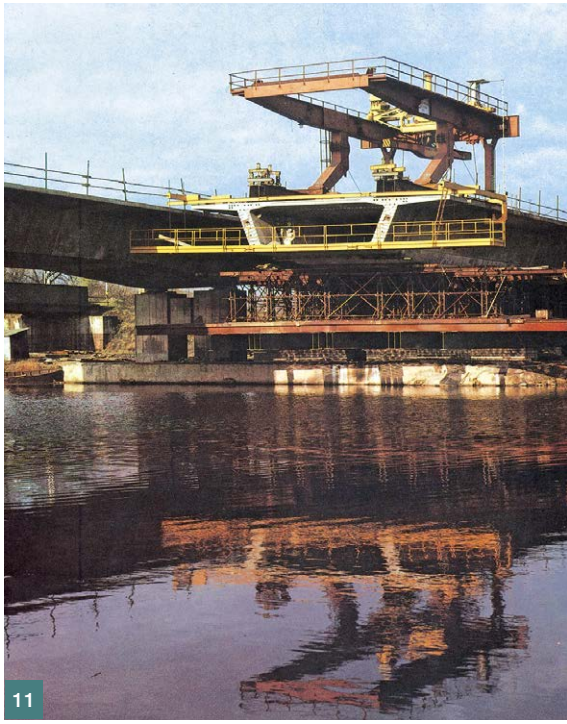
Obr. 7 Most na výstupní barrandovské komunikaci v Praze, podélný sklon 6 %, montážní jeřáb MS1: a) MS1 při montáži nosné konstrukce, b) ocelové podpěrné konstrukce pro stabilizaci zárodku ze tří segmentů ▮ Fig. 7 Bridge on the Barrandov connecting road in Prague, gradient 6 %, assembling crane MS1: a) MS1 during the work on the superstructure, b) steel supporting structures for stabilisation the first three segments, forming the pier table

Pro montáž segmentů byly používány tři montážní soubory:

- MS1 – výsuvný jeřáb pojíždějící po hotové části nosné konstrukce, resp. po předmostí osazující segmenty letmo do symetrického vahadla a na skruž v krajním poli, bez kontaktu s terénem. Je to nejvýhodnější postup montáže, zejména pro velké mosty v extravilánu, a proto byl později vyroben obdobný montážní soubor MS6,
- MS2 – autojeřáb osazující segmenty v čele vahadla a uzavírací most se zvedacím zařízením osazujícím segmenty na zadní část vahadla. Je to postup uvažovaný především pro intravilán. Autojeřáb lze pro urychlení montáže použít i pro osazování segmentového zárodku na pilířích pro MS1. Jako nejvhodnější byl vybrán autojeřáb Krupp 140 t, který mohl osazovat i nejtěžší pilířové segmenty o hmotnosti 60 t,
- původně předpokládaný MS3 určený pro postupnou letmou montáž vpřed s vyvěšováním se u mostů v ČSSR nepoužil. Určitou náhradou bylo manipulační zařízení MS4, používané na překladištích, které bylo v jednom případě použito pro letmou montáž jednoho pole segmentů nad řekou.

S ohledem na změny v ekonomické situaci a ve výstavbě silniční infrastruktury se v současné době segmentová technologie u SMP CZ v České republice nepoužívá, ale dále probíhá na Slovensku. S jistotou lze však konstatovat, že se segmentová technologie FI za uplynulých 35 let u nás plně osvědčila. Důkazem je 75 dokončených nosných konstrukcí mostů o celkové délce 21,745 km a užitné ploše mostů cca 270 000 m^2. (tab. 1) Tuto skutečnost potvrzuje i řada ocenění jako Mostní díla roku na konferencích Mosty Brno, čestná uznání jako Vynikající betonová konstrukce roku od České betonářské společnosti a v případě mostu Bělá ještě navíc ocenění za mimořádné technické dílo v roce 2000 od Inženýrské akademie České republiky.

Podle dostupných údajů byla VMS Brandýs jedinou stálou výrobnou



unifikovaných mostních segmentů na celém světě. Na provozuschopnost stálé výrobny mají značný vliv náklady na dopravu segmentů na staveniště, její optimalizace a kombinace jednotlivých možností. V prvních letech výstavby segmentových mostů byla využívána železniční přeprava segmentů a na řadě nádraží v Čechách byla v místech budovaných segmentových mostů zhotovena překladiště. Pro soustavu segmentových mostů na Děčínsku byla využita i lodní přeprava. V současné době jsou však jak lodní, tak železniční přeprava pro dopravu segmentů u nás znevýhodněny a jsou prakticky nereálné.

ETAPA VÝVOJE A INOVACE TECHNOLOGIE FI V SSŽ

V roce 1982 byla ve VMS Brandýs zahájena výroba segmentů 1. generace, která byla charakterizována výhradně vnitřními předpínacími kabely se soudržností a provizorním spínáním tyčemi přes ocelové stoličky.

První aplikací montážního souboru MS1 byl silniční most na silnici I/8 v Teplicích o délce 186 m s poli 41,7 + 2x 52,5 + 37,7 m, se dvěma nosnými konstrukcemi ze segmentů výšky 2,65 m. První segment levé konstrukce byl osazen 1. července 1982 a levý most byl uveden do provozu 30. prosince 1982. Pravý most byl dokončen v roce 1983, jeho specifikem bylo navázání na monoliticky předem provedené čtvrté pole, které se významně rozšiřovalo. Malé rozšíření segmentové části se řešilo ve zvětšeném vyložení konzoly. (obr. 6)

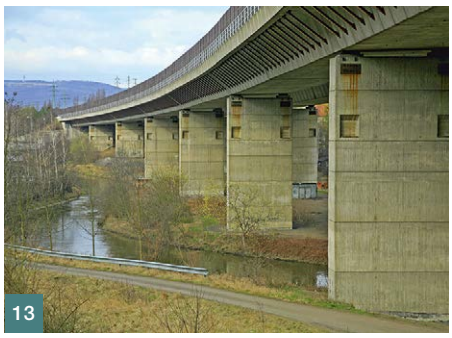
Mimořádnou pozornost si zaslouží další, 526 m dlouhý most přes Růžičkovou rokli na výstupní barrandovské komunikaci v Praze montovaný z obdobných segmentů v podélném sklonu 6 % na vysokých pilířích. Zde bylo pro stabilizaci zárodku ze tří segmentů nutno postavit masivní ocelové podpěry. Montáž segmentů probíhala ve vodorovné poloze a teprve po dokončení celého vahadla se provedl náklon při konečném ustavení polohy. Tento postup byl použit dle zlepšovacího návrhu pracovníků stavby a byl i pro inženýry společnosti Freyssinet International zcela originální. (obr. 7)

Obr. 8 Most v Děčíně, montáž segmentů MS2: a) jeřábem Krupp 140 t v čele vahadla, b) uzavíracím mostem v zadní části vahadla ▮ Fig. 8 Bridge in Děčín assembling by the MS2 system: a) Krupp crane 140 t in front of the cantilever face, b) closing bridge assembling in the rear part of the cantilever

Obr. 9 Most v Třebčicích, trojstěnné segmenty: a) montáž segmentů uzavíracím mostem MS2, b) dokončený most ▮ Fig. 9 Bridge in Třebčice with three-webs segment: a) assembling with the closing bridge MS2, b) finished bridge

Obr. 10 Most v Praze na Balabence, dvojice zmonolitněných dvojstěnných segmentů: a) celkový situační pohled, b) montáž uzavíracím mostem MS2 ▮ Fig. 10 Bridge in Prague at Balabenka, couple of two-webs segment: a) total situation of the bridge, b) assembling with the closing bridge MS2

Obr. 11 Montáž segmentů souborem MS4 na mostě přes Labe v Pardubicích s polem 72,8 m ▮ Fig. 11 Bridge over the Labe river in Pardubice, with span of 72,8 m, assembling with the MS4 equipment



Druhá nejčastější výška 1,95 m byla již tehdy použita v několika případech, např. za použití montážního souboru MS2 u mostu v Děčíně, u menších mostů a v jediném případě trojstěnných segmentů u mostu v Třebčicích. (obr. 8 a 9)

Z dalších mostů postavených v prvních deseti letech výstavby technologií FI je nutno zmínit soubor ramp na levém břehu Barrandovského mostu v Praze (11) – (*poř. č. mostu v tab. 1., pozn. autora*), mosty na silnici I/13 v Liberci a mezi Chotějovicemi a Bílinou a na silnici I/10 v oblasti Březina, Svijany a Hliňany. Také u mostu přes Sokolovskou ulici v Praze na Balabence, v případě zdvojeného následně zmonolitněného segmentového mostu o šířce 18,1 m a délce 187 m byly použity segmenty této výšky montované souborem MS2. (obr. 10)

Do pionýrské doby prvních segmentových mostů se řadí použití montážního souboru MS4 při výstavbě mostu přes Labe v Pardubicích s rozpětím 72,8 m (standardní maximální rozpětí bylo 60 m). S přihlédnutím k dobrým zkušenostem s navázáním segmentů na monolit u mostu v Teplicích zde proto byly zvoleny symetrické monolitické zárodky délky 6,4 m, které umožnily aplikaci segmentové technologie i na tento most. (obr. 11)

Většina dalších mostů postavených v následujících letech měla výšku průřezu segmentů 2,65 a 3 m, s poli od 40 do 60 m a byla montována souborem MS1, resp. MS6. Jako první to byly dálniční mosty na dálnici D8 u Ústí nad Labem (Trmice, Stadice a Koštov) a most na Pražském okruhu R1 na vysokých pilířích, montované, ale už s použitím ocelové konstrukce konzol pro stabilizaci zárodku tří segmentů pro montáž (obr. 12 až 14). Po

Obr. 12 Ocelová konstrukce konzol na vysokých pilířích, pro stabilizaci zárodku segmentů pro montáž MS1 ▮ Fig. 12 Steel structure of bracket on the high piers, for stabilisation the pier table of segments, during assembling of segments with MS1

Obr. 13 Most Koštov na dálnici D8 u Ústí nad Labem ▮ Fig. 13 Koštov bridge on the D8 highway, near Ústí nad Labem

Obr. 14 Most na pražském silničním okruhu R1 přes Počernický rybník ▮ Fig. 14 Bridge on the Prague ring road R1 over the Počernice pond

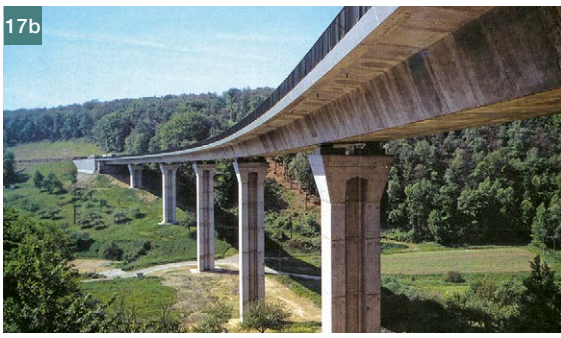
Obr. 15 Most přes Labe v Kolíně na silnici II/328: a) celkový pohled, b) úprava nosné konstrukce pro rampu ▮ Fig. 15 Bridge over the Labe river in Kolín on the II/328 highway: a) overall view, b) modifying the superstructure for the ramp

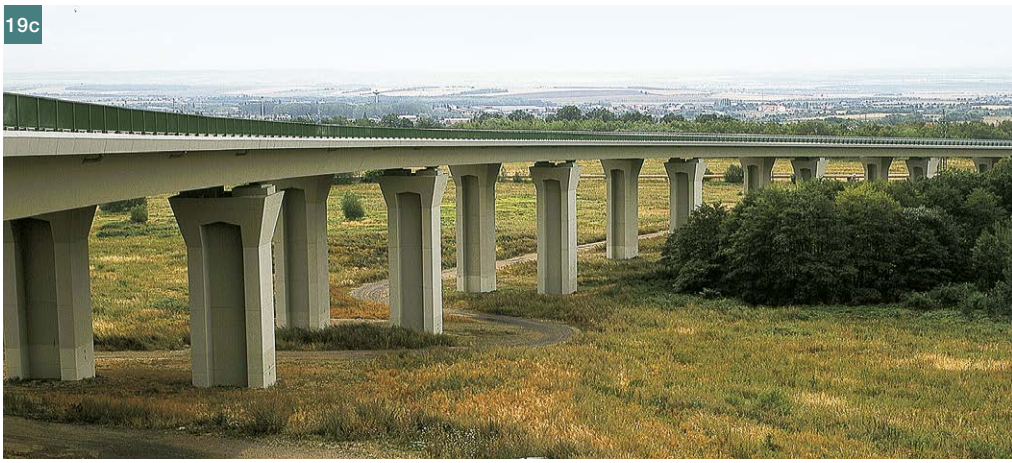
Obr. 16 Most Klabava na dálnici D5 u Plzně: a) výstavba, b) letecký pohled ▮ Fig. 16 Klabava bridge on the D5 highway near Pilsen: a) construction, b) aerial view

Obr. 17 Most Hrdlořezy na silnici I/38 u Mladé Boleslavi: a) montáž vahadla ze segmentů, b) celkový pohled ▮ Fig. 17 Hrdlořezy bridge on the I/38 highway near Mladá Boleslav: a) assembling segmental balance of superstructure, b) overall view

Obr. 18 Most Bělá pod Bezdězem na silnici I/38: a) výstavba mostu, b) otevření mostu 28. 7. 1999 ▮ Fig. 18 Bělá pod Bezdězem bridge on the I/38 highway: a) construction of the bridge, b) opening the bridge on 28 July 1999

Obr. 19 Most na přeložce silnice I/7 u Chomutova, nejdelší a montážně nejnáročnější MS1 v ČR: a) montáž zárodku tří segmentů na pilíři, b) montáž segmentů ve směrovém oblouku a spádu 5 %, c) pohled na dokončený most a Chomutov ▮ Fig. 19 Bridge at Chomutov on the I/7 highway, the longest and most complicated assembling MS1 in the CR: a) assembling the pier table of three segments on the pier, b) assembling in horizontal curve, gradient up to 5 %, c) view of the bridge and the Chomutov town





konzolách zůstávaly u některých prvních mostů výklenky ve stěnách pilířů, později byly u některých dobetonovány. U mostu Koštov si účinky zatížení větrem na vysokou protihlukovou stěnu vyžádaly podepření boční konzoly nosné konstrukce vzpěrami. Pro nízké pilíře zůstávalo podepření zárodku původní: mosty Březina–Svijany (15, 17) a Hliňany (19) na dálnici D10, mosty Karlovy Vary – východ přes Ohři na D6 (22, 23) a pobřežní estakády na přemostění Labe v Mělníku na silnici I/16 o délce 448 m (24).

Koncem 80. let byla připravena inovace segmentové technologie, spočívající v zavedení výroby 2. generace segmentů. Ta se vyznačovala kombinací vnitřních kabelů se soudržností a volně vedených kabelů s žebry u stěn pro provizorní spínání segmentů, menší tloušťkou stěn a výhradně jednokomorovým průřezem s vypuštěním nejnižších výšek. Segmentové mosty 2. generace byly konstruovány už za nové politické situace po listopadu 1989. Tehdy došlo ke vzniku samostatné firmy Stavby mostů Praha, dnešní SMP CZ, a. s., která se stala pokračovatelem segmentové technologie ve změněných hospodářských podmínkách.

Prvním mostem ze segmentů 2. generace byl most přes Labe v Kolíně (21) na přeložce silnice II/328 o délce 466 m, jenž se stal současně nejširším mostem s jednokomorovým segmentem v celé historii. Má šířku 19,5 m při základním tvaru výrobně nejširšího segmentu 15,5 m v horní

20a

21a

21b

20b

21c

22

23a

23b

23c

desce a 7 m v dolní desce při výšce průřezu 3 m. Z toho vyplynula nutnost oboustranného symetrického rozšíření mostu o monoliticky vybetonovanou desku připevněnou k základní segmentové konstrukci betonářskou výztuží a příčnými předpínacími kabely. S těmito úpravami proběhlo též napojení segmentové nosné konstrukce pro monolitickou odbočovací rampu z mostu. (obr. 15)

Dle této koncepce bylo postaveno několik velkých mostů, např. most Klabava (565 m) (25) na dálnici D5 u Plzně a mosty na obchvatu Klášterce nad Ohří na silnici I/13 (294 m) (26) a Chebu na D6 (312 m) (28). Největší četnosti dosahovaly výšky průřezu 2,65 m a 3 m využívající maximální možné rozpětí polí 60 m. (obr. 16)

ETAPA INOVACE VÝVOJE A TECHNOLOGIE U SMP CZ

Polistopadové politické a ekonomické změny u nás se odrazily i ve stavebnictví v postupně zaváděných výběrových řízeních, a proto byly ve spolupráci se zkušenými projektanty bezprostředně zahájeny práce na koncepčních a technologických změnách vedoucích ke zlepšení kvality technologie FI. Jednalo se o technické postupy ve výrobě a montáži a o některé konstrukční úpravy nově připravovaných mostů. Jejich cílem bylo potvrzení vhodnosti segmentové technologie pro všechny zúčastněné strany i v nových podmínkách. Prvními kroky byly úpravy tvaru pilířů tak, aby splňovaly požadavky statické a konstrukční, ale i požadavky montáže segmentů.

Tyto úpravy proběhly již při stavbě mostu Hrdlořezy, kde rozšíření hlavy pilíře umožnilo uspořádání všech montážních prostředků od osazení pilířového segmentu přes vytvoření zárodku až po konečné osazení celého vahadla (obr. 17).

Řešení bylo později zahrnuto do vývojového úkolu „Inovace segmentové technologie SMP“, jehož první praktickou aplikací byl most na obchvatu silnice I/38 v Bělé pod Bezdězem, dokončený v roce 1999 (30). Šestipolový

Obr. 20 Tyršův most na přeložce silnice I/20 v Plzni: a) pohled do komory s volnými kabely, žebry a příčníkem nad pilířem, b) pohled na dokončený most ▮ Fig. 20 Tyrš bridge in Pilsen on the I/20 highway: a) view into the superstructure with external prestressing cables, ribs and cross-beam above the pier, b) view of the complete bridge

Obr. 21 Most na dálnici D5 přes Úhlavu u Plzně: a) postup výstavby: levý (první) most – montáž segmentů nosné konstrukce, pravý (druhý) most – pilíře v překládaném bednění, b) detail překládaného bednění pilíře, c) dokončený most po uvedení do provozu posledního úseku dálnice D5 u Plzně ▮ Fig. 21 Bridge over the Úhlava river on the D5 highway at Pilsen: a) advancing of the bridge construction: left (first) bridge – assembling segments in the superstructure, right (second) bridge – construction of piers in climbing formwork, b) detail of special coffrage, c) view of the bridge, after opening as the last, on D5

Obr. 22 Most u Tesca v Karlových Varech na dálnici D6 ▮ Fig. 22 Bridge at Tesco – Karlovy Vary, D6 highway

Obr. 23 Most přes Kadaňský potok na R1 u Nitry, jediný případ nasazení dvou jeřábů MS1: a), b) montáž segmentů, c) dokončený most ▮ Fig. 23 Bridge over the Kadaň creek on the R1 expressway at Nitra, the only one assembled by two cranes MS1: a), b) assembling of the segments, c) finished bridge

most s rozpětím polí 47 + 4x 60 + 47 m má celkovou délku 335,6 m, šířku 14,62 m a je ve směrovém oblouku minimálně 500 m. Hlavními inovačními změnami byly:

- plně automatizované řízení betonárny ve VMS a nový systém pro ošetřování segmentů,
- změna tvaru, výztuže a předpětí pilířových a opěrových segmentů a jejich výroba ve speciálních formách vylučující dobetonávky na staveništi,
- zavedení nové koncepce geodetických prací při výrobě segmentů včetně soft- a hardwaru,
- zavedení certifikovaného předpínacího systému DSI Dywidag,
- úpravy vedení volných kabelů, definování jejich přesného průběhu k deviátorům a ke kotevním oblastem, s úpravami jejich tvaru a vyztužení. (obr. 18)

Výstavba mostu probíhala bez pomoci speciálních konstrukcí, zařízení a mechanismů, pouze s věžovým jeřábem a montážním souborem MS1. Tyto nové inovace spolu s dalšími vývojovými kroky byly uplatněny i u mostů následujících.

Most na přeložce silnice I/7 u Chomutova o délce 660,2 m (31), dosud nejdelší segmentový objekt u nás, byl současně i technologicky nejnáročnějším. Vyplývalo to především z minimálního poloměru směrového oblouku 375 m a sklonových poměrů se stoupáním až 6 %, které se dále zvyšuje o příčný sklon při směrovém zakřivení. (obr. 19)

Dalším významným objektem byl most na přeložce silnice I/20 v Plzni, Tyršův sad – Sukova (32) s délkou 264 m a novým staticky účinnějším tvarem pilířů. (obr. 20)

Mimořádným dílem je most na dálnici D5 přes Úhlavu u Plzně (33) s pilíři s vylehčenou hlavicí. Má celkovou délku 430 m s poli 35 + 4x 50 + 54 + 58 + 46 + 35 m. Byl uveden do provozu 6. října 2006 spolu s posledním úsekem dálnice D5 u Plzně. (obr. 21)

V roce 2007 spolu s otevřením stavby přeložky průtahu D6 Karlovy Vary – západ byla dokončena estakáda přes Chodovský potok u obchodního domu Tesco. Její celková délka je 640,1 m, z toho segmentová část 502 m (34) s poli 38,28 + 7x 60 + 42 m. Most je půdorysně veden ve dvou protisměrných obloucích s minimálním poloměrem R = 500 m a plynulým rozšířením mostovkové desky ve dvou krajních polích. Zajímavě řešené pilíře ve tvaru písmene V neumožňovaly osazení pilířového zárodku, což však při nízké výšce mostu nad terénem nebylo problémem. (obr. 22)

Poslední segmentový most na dálnici D6 je na přeložce Tisová – Kamenný

Tab. 1 Přehled segmentových mostů systému FI vyrobených ve VMS v Brandýse nad Labem v letech 1981 až 2016 ▮ Tab. 1 Summary of the segmental road bridges of the FI system made in factory in Brandýs nad Labem between 1981 and 2016

	Název mostu	Výška průřezu	Počet objektů/ nosných konstrukcí	Délka nosné konstrukce	Segmenty		Termín výstavby
					počet	objem	
		[m]	[ks]	[m]	[ks]	[m^3]	
1	Teplice I/8	2,65	1/2	322,6	147	2 726	1981 až 1983
2	Praha R1	1,95	1/1	63,5	30	433	1982 až 1983
3	České Budějovice I/3	2,3	1/2	287,4	130	2 435	1983
4	Praha – Výstupní Barrandov	2,65	1/2	523,8	239	4 137	1983 až 1984
5	Děčín – Labe – most + estakáda	1,95	2/4	722,9	375	6 447	1983 až 19 87
6	Pardubice – Labe – most I/37	3	1/2	106,6	48	956	1984 až 1985
7	Praha – Průmyslový polookruh	1,95	1/2	159,6	74	1 120	1984 až 1985
8	Liberec – most I/13	1,95	1/2	147,2	70	1 179	1984 až 1985
9	Třebčice – železniční trať	1,95	1/1	186	85	1 832	1984 až 1986
10	Trmice D8	3	1/2	885	402	8 210	1985 až 1986
11	Praha – Barrandov – rampy L+K	1,95	2/2	532	237	3 593	1985 až 1987
12	Chotějovice – Bílina	1,95	1/2	330,2	152	2 496	1986 až 1987
13	Koštov D8	3	1/2	995,2	452	9 173	1986 až 1988
14	Děčín – napojení s+j; nádraží j+s	2,3	3/4	1 250,5	432	9 896	1987 až 1989
15	Březina – Svijany – I/10 – železniční trať	1,95	1/2	546,9	250	4 056	1987 až 1989
16	Stadice – D8	3	1/2	647	294	5 965	1988 až 1989
17	Březina – Svijany – I/10 – Jizera	3	1/2	685,4	312	5 980	1987 až 1990
18	Liberec – Staropavlovská + nadjezd	1,95	2/3	279,2	128	2 181	1989 až 1990
19	Hliňany – I/10 – železniční trať	1,95	1/2	426,8	194	3 112	1989 až 1990
20	Praha R1 – Počernice – rybník	3	1/2	827,2	376	7 708	1989 až 1991
21	Kolín – Labe	3	1/1	463,7	211	4 463	1990 až 1992
22	Karlovy Vary – Ohře – D6	1,95	1/1	187	85	1 250	1990 až 1992
23	Karlovy Vary – Ohře – D6	2,65	1/1	297	135	2 955	1990 až 1992
24	Mělník – Labe – I/16	2,65	1/1	446,6	203	4 161	1991 až 1992
25	Klabava – D5	3	1/2	1 127,1	512	9 856	1991 až 1992
26	Klášterec – Perštejn – I/13	3	1/1	290	132	2 592	1992 až 1994
27	Praha – Balabenka	1,95	1/2	537,4	246	3 356	1992 až 1994
28	Cheb – Skalka – D6	3	1/2	620,8	282	6 005	1994 až 1995
29	Hrdlořezy – I/38	3	1/1	309,8	141	2 790	1994 až 1995
30	Bělá pod Bezdězem – I/38	3	1/1	335,5	151	3 116	1997 až 1999
31	Chomutov – I/7	3	1/2	1 320,4	602	12 170	2000 až 2002
32	Plzeň – Sukova – I/26	3	1/2	529,2	240	4 920	2003 až 2004
33	Plzeň – Úhlava – D5	3	1/2	930	422	8 927	2004 až 2005
34	Karlovy Vary – u Tesca – D6	3	1/2	1 006,2	556	8 600	2005 až 2006
35	Tisová – Kamenný Dvůr – D6	3	1/2	886,6	402	8 800	2007 až 2009
36	Slovensko – Kadaňský potok – R1	3	1/2	1 523,4	698	15 130	2009 až 2011
37	Prackovice – D8	2,7	1/2	1 012	462	7 993	2009 až 2016
			42/70	**21 747,5**	**10 252**	**190 719**	**1981 až 2016**

Obr. 24 Most Prackovice na úseku dálnice D8 Lovosice–Řehlovice: a) během výstavby, b) po uvedení do provozu ▮
Fig. 24 Prackovice bridge on the D8 highway, Lovosice–Řehlovice section: a) during construction, b) after opening of both bridges

Literatura:

[1] DAHINTER, K. Jean Muller – in memoriam. *Beton TKS*. 2005, roč. 5, č. 4, s. 58–63.

[2] DAHINTER, K., ZELENKA, O., ŠTĚPÁNEK, J. Zkušenosti z výstavby mostů ze segmentů variabilního systému SSŽ-FI. *Inženýrské stavby.* 1985, č. 11-12, s. 616–623.

[3] BRNUŠÁK, A., DAHINTER, K., DIVIŠ, J., KVASNIČKA, V., MIMRA, M., NĚMEC, P. Segmentové mosty na silnici I/7 u Chomutova a na dálnici D5 u Plzně. In: *Národní zpráva ČR.* ČBS ČSSI: Praha, 2006.

[4] DAHINTER, K., ZAORAL, P. Čtvrtstoletí segmentových mostů systému FI v České Republice. In: *13. mezinárodní sympozium Mosty 2008.* Brno, 2008, s. 309–313.

[5] MIKULA, J., BATAL, I., RICHTR, J. Estakáda ze segmentů u Prackovic. In: *ČBS Seminář: Dálnice D8 – stavby z betonu. Litoměřice.* Praha: ČBS ČSSI, 2010, s. 37–40.

Dvůr. Má délku 441,6 m (34) s poli 42 + 6x 59,6 + 42 m a pilíře tvaru průřezu písmene H otočeného o 90°, což přináší statickou výhodu a úsporu betonářské výztuže. Zatím nejdelší segmentový most vyrobený v Brandýse nad Labem je most přes Kadaňský potok (36) na rychlostní silnici R1 u Nitry s celkovou délkou 763 m a s výškou průřezu 3 m. Jedná se o dvě nosné konstrukce o 14 polích s rozpětími 33,5 + 48 + 9x 61 + 2x 48 + 33,5 m, které byly z časových důvodů montovány současně dvěma montážními soubory. I přes značnou vzdálenost od výrobny byla doprava zajištěna tahači s podvalníky. (obr. 23)

Posledním dokončeným segmentovým mostem byly Prackovice (37) na úseku dálnice D8, stavba 805 Lovosice–Řehlovice. Paralelní nosné konstrukce začínají oddělenými opěrami 1L a 1P vybudovanými na cca 9 m vysokém násypu. Levá konstrukce o délce 456 m má celkem 10 polí o rozpětích 36 + 8x 48 + 36 m a je ukončena opěrou 11L. Pravá konstrukce o délce 552 m má 12 polí o rozpětích 36 + 10x 48 + 36 m a končí opěrou 13P. Obě koncové opěry mají základovou spáru na úrovni terénu, který je v rozsahu mostní estakády vlnitý, největší výška mostu nad terénem je 25 m. Výstavba byla plánována do konce roku 2016. Problémem stavby, který zkomplikoval její uvedení do provozu, byly nestabilní základové poměry vyžadující řadu opatření a následná měření, jež dosud probíhají. (obr. 24)

ZÁVĚR

K výhodám, které segmentová technologie v porovnání s ostatními moderními metodami výstavby betonových mostů nabízí, se především řadí:

- možnost výstavby nosné konstrukce mostu i v prostorové křivce, v souladu s parametry výrobních a montážních zařízení,
- možnost montáže nezávisle na terénu a překážkách, přírodních i umělých, i ve značné výšce,
- průmyslová výroba segmentů umožňující dosažení lepších kvalitativních parametrů,
- rychlost výstavby mostu a zmenšení klimatických vlivů na provádění prací na staveništi.

Základní statickou nevýhodou segmentových konstrukcí je přerušení betonářské výztuže ve spárách, což vyžaduje větší tlakovou rezervu normálových napětí v tažené oblasti, která může vést ke zvýšenému množství předpínací výztuže. Závady, které se objevily na některých segmentových mostech u nás, nevybočují z řady běžných závad ostatních druhů mostních konstrukcí. Naopak, segmentové mosty dosud nevykázaly žádnou potřebu vážné rekonstrukce.

Tak jako obecně neexistuje žádná univerzálně vhodná technologie výstavby, tak i segmentovou technologii musíme posuzovat pro konkrétní případy. Pro segmenty SMP-FI jsou to především dlouhé mosty s rozpětími 40 až 60 m i ve složitých směrových a výškových poměrech, s pokud možno menšími šířkovými změnami, jak v extra-, tak v intravilánu. Ve výjimečných případech je možno navrhovat i krátké mosty, např. pro mimoúrovňová křížení, s možností montáže autojeřáby a dopravou segmentů ve spodní úrovni.

Ing. Karel Dahinter, CSc.
Česká silniční společnost, z. s.
dahinter@seznam.cz

Ing. Petr Popsimov
SMP CZ, a. s.
popsimov@smp.cz