

FRITZ LEONHARDT (1909 - 1999)



11. července uplynulo již sto let od narození velké osobnosti Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h.mult. Fritze Leonhardta, stavebního inženýra v plném obsahu tohoto pojmu a bohužel již deset let ode dne, kdy nás 30. prosince 1999 navždy opustil. Ovládal teorii konstrukcí i technologii jejich realizace, přicházel stále s novými

myšlenkami, experimentálně je ověřoval, aplikoval v praxi a sledoval vždy jejich ekonomický přínos.

Vystudoval technickou univerzitu ve Stuttgartu a po jejím absolvování v roce 1931 strávil další dva roky postgraduálního studia v USA, na univerzitě Purdue.

V letech 1934 až 1941 působil na mostních stavbách na různých místech v Německu a po obhájení dizertační práce pracoval jako vedoucí inženýr při stavbě velkého mostu přes Rýn v Kolíně – Rodenkirchen, od roku 1939 již jako samostatný konzultant. Jednalo se o visutý most délky 567 m, s poli 94,5 + 378 + 94,5 m a šířkou 26,4 m, s ocelo-betonovou spřaženou mostovkou. Nosná konstrukce mostu byla za války zničena, ale následně rekonstruována a tento most byl po dvacet let mostem s největším rozpětím v Evropě (obr. 1) [6, 7].

Vlastní projekční kancelář otevřel v roce 1941 v Mnichově, kde se s Paulem Bonatzem podílel na projektech významných ocelových konstrukcí pozemních staveb. Patřil k nim i návrh kupole o průměru 243 m pro zastřešení nádražní haly,

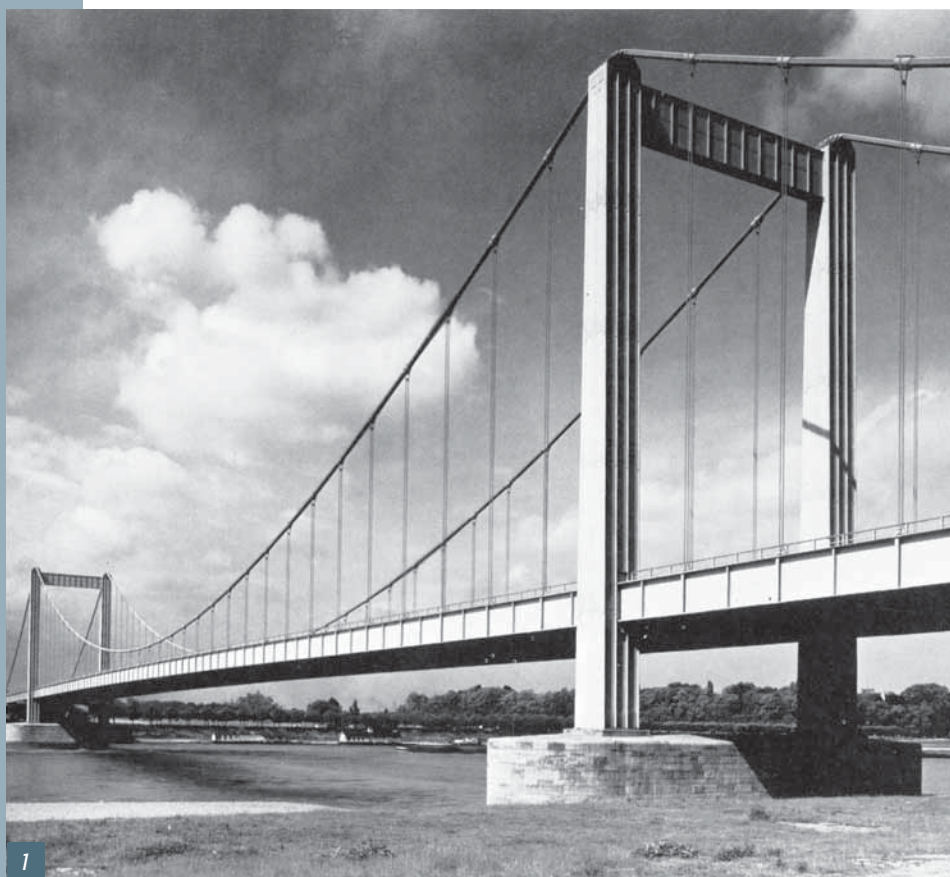
jejíž model 1 : 50 byl ověřován experimentálně v ústavu Prof. Otto Grafa.

Bezprostředně po konci války se zabýval problémy obnovy válkou zničených budov a navrhl využití cihelné drti pro betonáž stěn do speciálního ocelového rámového bednění, s výplní drátěnou mříží, které současně podpíralo konstrukci keramického stropu při betonáži. V roce 1952 byly touto technologií postaveny koleje pro studenty TU ve Stuttgartu o šestnácti podlažích [23c].

Současně se věnoval svému milovanému oboru, mostnímu stavitelství. Podílel se nejdříve na rekonstrukcích několika betonových obloukových mostů přes Moselu a následně mostů přes Rýn, z nichž nejvýznamnějším byl most v Kolíně – Deutz (1948), s nově koncipovanou nosnou konstrukcí a s původními pilíři za války zničeného visutého mostu. Most je 437,35 m dlouhý a 18,45 m široký, s poli 132,15 + 184,45 + 120,75 m. Novou nosnou konstrukci tvoří komorový nosník mimořádné štíhlosti $1/56 L$, při výšce průřezu 3,3 m uprostřed, 7,8 m nad pilíři a 3,2 m na koncích mostu (obr. 2) [8]. K tomuto mostu se vrátil ještě jednou, když pro zkapacitnění byl postaven v jeho těsné blízkosti nový most, ve stejných parametrech, ale z předpjatého betonu (1980). Nosná konstrukce, komorový nosník, je z betonu B55 s výjimkou 61,55 m dlouhé střední části, která je z lehkého betonu LB45. Most byl stavěn letmou betonáží a patří dosud k nejštíhlejším betonovým mostům světa (obr. 3) [9]. K ocelové koncepci těchto štíhlých mostů patří ještě most La Cartuja o štíhlosti $1/57 L$, s rozpětím hlavního pole 170 m a výškou průřezu uprostřed 3 m, postavený ke světové výstavě v Seville (1992).

Ve stejné době, po návratu ze studijní cesty do Francie a po novém setkání s Eugenem Freyssinetem v roce 1948, se začal zabývat předpětím, jako novým konstrukčním prvkem, a ve spolupráci s Willi Baurem, který se věnoval technologii předpínání, navrhli první mosty z předpjatého betonu [10, 11, 23d].

Dalším významným počinem bylo založení projekční kanceláře „Leonhardt und Andrä“ v roce 1954 ve Stuttgartu, která dnes, pod názvem Leonhardt, Andrä und Partner, Beratende Ingenieure VBI, GmbH – Brücken,-Hochbau-In-



dustriebau, působí i na dalších místech v Německu a v zahraničí.

Fritz Leonhardt byl však nejen inženýrem, ale současně rozeným pedagogem, jednak svým přímým projevem při přednáškách, jednak zpracováním jejich písemné podoby, které jako vedoucí Katedry betonových konstrukcí na TU ve Stuttgartu, v letech 1957 až 1974, vydal ve formě skript pro své posluchače. Tato skripta byla po úpravě a doplnění, ve spolupráci s Eduardem Mönnigem, následně vydána v šesti dílech, známých pod pojmem „Rote Bücher“ (Červené knihy) [4]. Tyto základní učebnice betonového stavitelství svým významem přesáhly hranice Německa a zejména jejich anglický překlad došel širokého uplatnění. Na katedře svého času působil i René Walther, jako hostující profesor, který se spolupodílel i na vědeckovýzkumné činnosti na univerzitě.

Výčet publikací, týkajících se vědecké, pedagogické a inženýrské činnosti Fritze Leonhardta zahrnuje především mostní stavitelství, beton a ocelové konstrukce i jejich kombinaci, ale i speciální objekty pozemního stavitelství, výškové budovy, telekomunikační věže, lanové střešní konstrukce, nejznámější byly pro olympijské stadiony v Mnichově (1972) ad. Světového významu nabyla jeho kniha „Spannbeton für die Praxis“ [7]. Jako komplexní učebnice pro předpjatý beton vyšla od roku 1954 v několika vydáních a byla přeložena do řady jazyků, české vydání vyšlo v roce 1958.

Pro mostní inženýry, ale i pro širší technickou veřejnost, si zcela mimořádnou pozornost zasluhuje obsáhlá kniha o estetice a navrhování mostů „Brücken, Ästhetik und Gestaltung“ (Mosty, jejich estetika a navrhování) z roku 1982 [2]. Shrnuje celoživotní poznatky a zkušenosti autora a vyjadřuje jeho životní filozofii v této oblasti lidské činnosti. Celkový vlastní pohled na život, dobu, učitele

a spolupracovníky, oblasti cílené pozornosti a činnosti i s dosaženými výsledky, je obsažen v knize vzpomínek „Baumeister in einer umwälzenden Zeit“ (Stavitel v převratné době) z roku 1984 [3].

Kromě ryze odborné problematiky se v menších monografiích věnoval i vztahu stavitelství a životního prostředí a historickým studiím o mostech a věžích v edici „Blaue Bücher“ (Modré knihy) [5]. Věnoval se ale i společenským problémům na univerzitách, zejména v krizovém období na konci šedesátých let, kdy byl rektorem TU ve Stuttgartu.

Z řady vynikajících spolupracovníků je vhodné zmínit alespoň několik jmen. Wolfhart Andrä, první zástupce ve vedení projekční kanceláře a hlavní spoluautor řady teoretických řešení, hrncových ložisek „Neotopflager“, šikmých závěsů apod., Willi Baur, spoluvůrce celého předpínacího systému Leoba, jednotlivých a soustředěných kabelů, a současně spoluautor technologie postupného vysouvání betonových mostů, kterou dále zdokonalil Bernhard Göhler. Willi Zellner, jeden z nejbližších spolupracovníků, se podílel významně na řešení prvních zavěšených mostů a na výstavbě prvních spojitých mostů z předpjatého

betonu pro vysokorychlostní železnice v SRN. Jörg Schlaich, následník ve vedení katedry betonu na TU ve Stuttgartu, je spojen se systémem lehkých lanových i jiných sofistikovaných konstrukcí. Horst Falkner se věnoval problematice plošně rozsáhlých bezdilatačních betonových konstrukcí a později působil jako vedoucí Katedry betonu na TU v Braunschweigu. K této generaci patřili ještě dva vynikající inženýři, betonář Gerhard Seifried a ocelář Reiner Saul, který působil též jako vedoucí představitel firmy. Z dnešní široké generace vynikajících žáků Fritze Leonhardta je nutno jmenovat alespoň Hans-Petera Andrä, který se věnuje pozemnímu stavitelství, a v prvé řadě Holgera Svenssona, jehož jméno je spojeno s řadou mimořádných mostů v celém světě, který též oslavuje letos významné výročí, čtyřicet let u firmy, a to ve funkci jejího výkonného ředitele.

Obr. 1 Most v Kolíně nad Rýnem – Rodenkirchen (1941) [2]

Obr. 2 Most v Kolíně nad Rýnem – Deutz – ocel (1948)

Obr. 3 Nový most v Kolíně nad Rýnem – Deutz – beton (1980)



2



3

**VÝZNAMNÉ STAVBY:
MOSTY Z PŘEDPĚJATÉHO BETONU**

První významné mosty a technologie předpínání

Železniční most přes kanál Neckaru

v Heilbronnu pro šest kolejí (1951) – byl první aplikací velkých soustředěných předpínacích kabelů „Baur-Leonhardt“ se sedmistrátovými lany v počtu až 400 ks v kabelu (obr. 4). Most má délku 101,69 m s poli 20,8 + 18,15 + 2

x 21,57 + 19,6 m a šikmost 56°, sestává ze dvou nosných konstrukcí o šířkách 15,05 a 18,8 m o šesti resp. sedmi komůrkách, s rovným podhledem a horními náběhy z 1,05 na 1,2 m a konstrukční výškou 1,8 m [10].



4

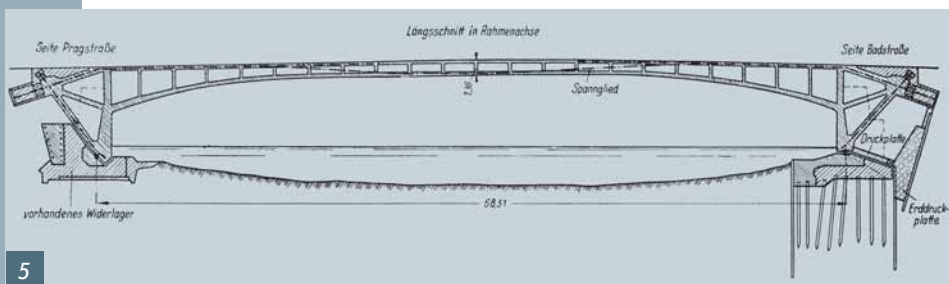
Most Rosenstein přes Neckar ve Stuttgartu (1953), byl první aplikací malých předpínacích kabelů „Leoba“ s dráty kruhovými nebo plochými žebrovanými oválnými pruty pro příčné a svislé předpětí (obr. 5). Jedná se o dvoukloubový rám značné štíhlosti, o rozpětí 68,51 m, s výškou průřezu uprostřed 1,36 m a šířkou 24,5 m. Nosnou konstrukci vytvářejí dva komorové nosníky spojené příčníky, regulace rámové síly je umožněna posunem v kloubu, kterým se současně aktivuje zemní tlak [11].

Velké silniční mosty se soustředěnými kabely a předetapy postupného vysouvání

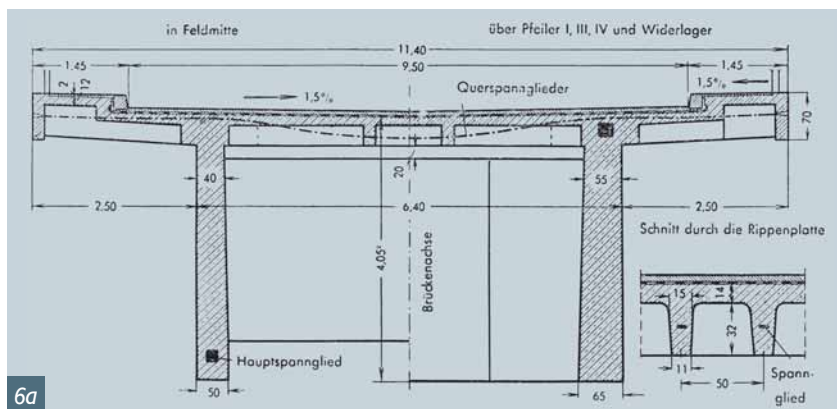
Most přes Dunaj Untermarchtal (1953) (obr. 6), má délku 375 m a pět polí 62 + 3 x 70 + 62 m, jejichž výstavba probíhala ve dvou etapách (2 a 3 pole). Nosnou konstrukci tvoří dvoutrám s deskou, soustředěné kabely jsou vedeny podél vnitřní strany stěn, v místě pracovní spáry etap jsou kabely stykovány přesahem smyčkami nad pilířem [11].

Most přes řeku Traun u Traunu (1961), představuje šikmé křížení o délce 355,75 m, má pět polí 56,25 + 75 + 93,25 + 75 + 56,25 m a šířku 29,1 m. Nosná konstrukce sestává ze čtyř úzkých komorových nosníků o výšce 3,9 až 4,1 m, které byly betonovány na jedné úzké skruži, následně byly příčně přesunuty, hmotnost cca 5 000 t, na podpěry a zmonolitněny v jednu nosnou konstrukci (obr. 7). Soustředěné kabely jsou uloženy v komorách a jsou odstupňovány podle rozpětí polí [12].

Most přes řeku Ager u Attersee (1963), délky 280 m o čtyřech polích 72,6 + 2 x 84,9 + 35,8 m, má dva pasy



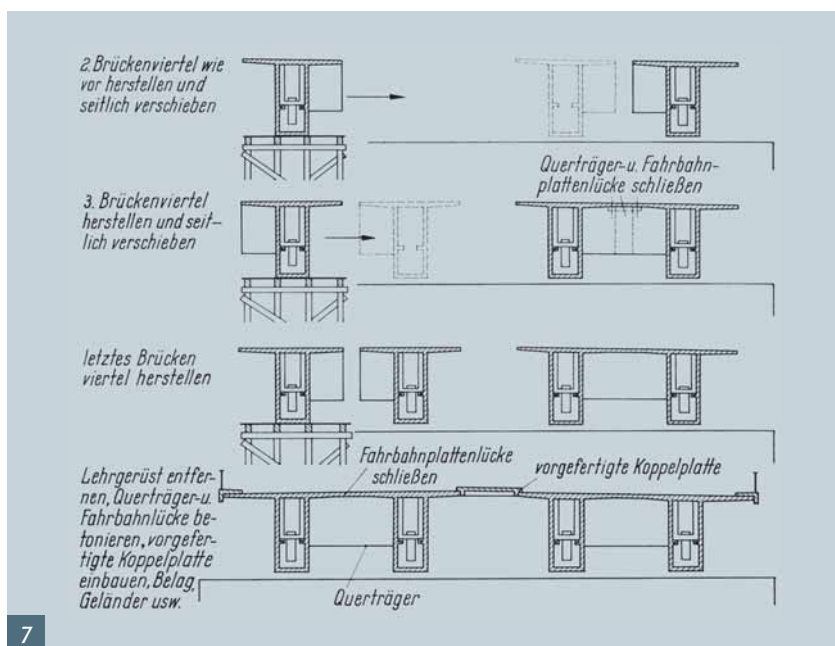
5



6a



6b



7

šířky 14,5 m tvořené jednokomorovými nosníky výšky 5,78 m. Tyto nosníky byly betonovány na předmostí jako segmentové prefabrikáty, jednotlivě zasouvány po kluzné dráze na úzké lávce přes mostní otvor, následně byly zmonolitněny, do komor byly uloženy soustředěné kabely a nosníky předepnuty [12].

Most přes řeku Caroni ve Venezuele (1966). Řeka Caroni svým charakterem představovala vážnou překážku pro klasické technologie betonových mostů a finanční situace vylučovala návrh mostu ocelového. Spojení dvou myšlenek, vytvoření celé nosné konstrukce na předmostí a její následné zasunutí s pomocí teflonových kluzných desek s nízkým součinitelem tření, umožnilo nakonec najít jak technické, tak ekonomické řešení. Most má délku 480 m a šest polí, $48 + 4 \times 96 + 48$ m (obr. 8). Jednokomorový nosník má výšku 5,4 m, šířku v horní úrovni vozovky 10,3 m a dodatečně montované chodníkové konzoly v dolní úrovni. Nosník byl vyráběn po dílech na stálém místě v ose mostu na předmostí, díly se postupně přesouvaly po kluzné dráze na místa, kde byly následně zmonolitněny, centricky předepnuty a v čele doplněny ocelovým nástavcem „výsuvným nosem“. V dalším kroku se nosník vysunul do konečné polohy přes definitivní pilíře, doplněné uprostřed velkých polí provizorními podpěrami. Posun probíhal pomocí hydraulického zařízení po kluzných ložiskách, vytvořených z leštěného nerezového ocelového plechu a kluz-

ných desek s vrstvou teflonu. Po zasunutí byly soustředěné kabely, vytvářející dosud centrické předpětí, v upravených žebrech v polích staženy dolů a nad pilíři zdviženy nahoru, aby odpovídaly průběhu ohybových momentů [12].

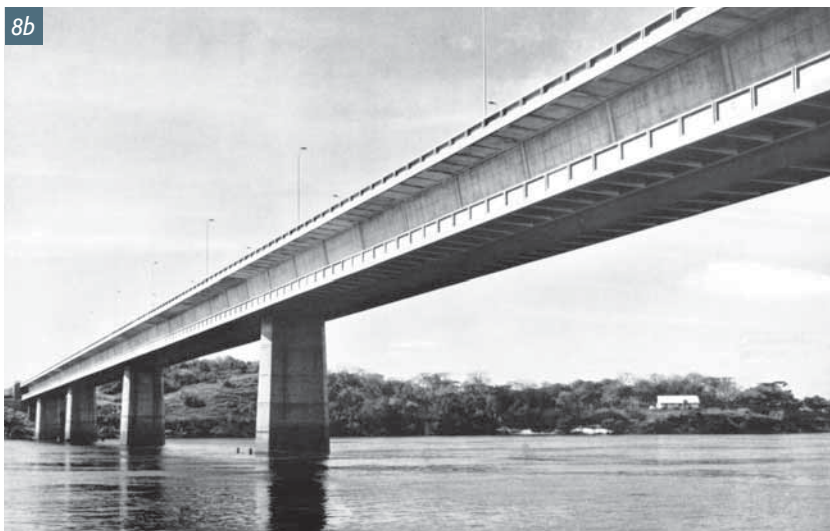
Obr. 4 Železniční most v Heilbronnu (1951), soustředěné předpínací kabely s kotevními a napínacími bloky [10]

Obr. 5 Most Rosenstein ve Stuttgartu (1953), celková dispozice [11]

Obr. 6 Most přes Dunaj Untermarchtal (1953), a) příčný řez a detail, b) celkový pohled na most [11]

Obr. 7 Most přes řeku Traun (1961), stavební postup a příčný řez [12]

Obr. 8 Most přes řeku Caroni (1966), a) vysouvání mostu, b) dokončený most [13]





9

Obr. 9 Most přes Inn v Kufsteinu (1968), celkový pohled na most ve výstavbě [14]

Obr. 10 Most u Tauberbischofsheimu během výstavby (1970) [14]

Obr. 11 Most Brohtal na A14(1977), celkový pohled na most ve výstavbě [15]

Obr. 12 Most Aichtal mezi Stuttgartem a Tübingen B27, celkový pohled na most ve výstavbě

Obr. 13 Most přes Mohan u Gemünden (1985), pohled na přemostění řeky



10

Mosty postupně vysouvané

Most přes Inn v Kufsteinu (1968) má dva dálniční pásy, každý o pěti polích 59,4 + 3 x 102,4 + 59,4 m a jeden silniční o sedmi polích. Celková šířka mostu je 42 m (obr. 9). Nosné konstrukce tvoří jednokomorové nosníky výšky 4,6 m, původně se soustředěnými kabely, které byly ukládány mechanizovaně v definitivní poloze. Jedná se o první aplikaci metody postupného výsuvu nosné konstrukce vyráběné na stálém místě, obvykle bezprostředně za opěrou, po etapách, po nichž se nosná konstrukce postupně vysouvá do mostního otvoru. V tomto případě byla vysouvána železobetonová, dosud nepředpjatá konstrukce za použití krátkého výsuvného nosu a provizorních podpěr, dvou ve velkých a jedné v malých polích. V roce 1990 došlo při povodni k podemletí jednoho návodního pilíře, které si vyžádalo sanaci mostu, jejíž součástí byla i upravená koncepce předpětí [14, 23d].

Most u Tauberbischofsheimu (1970) s délkou cca 600 m a poli 55 m (obr. 10), byl již koncipován v klasické podobě této metody, tj. při výsuvu je konstrukce již centricky předpjata jednotlivými přírými kabely v horní a dolní desce. Následně je zavedeno dodatečné předpětí zakřivenými kabely pro definitivní stav mostu.



11

U tohoto mostu to byly soustředěné kabely u vnitřní stěny komory kotvené jednotlivě v kotvách. V tomto případě byla ještě použita kombinace výsuvného nosu a provizorních podpěr, které se u dalších mostů používaly pouze výjimečně, při překonávání jednotlivých velkých polí [14].

Most Brohtal na A14 (1977) o délce cca 600 m, s poli 35,5 až 70 m, při výšce průřezu 4,2 m vyhovoval dobře technicko-ekonomickým kritériím pro rozpětí do 50 m, a proto dvě hlavní pole s rozpětím 70 m byla při výsuvu doplněna dvěma provizorními podpěrami za vyloučení středního pilíře, který byl aktivován až při dopínání kabelů po vysunutí (obr. 11) [15].

Most Aichtal mezi Stuttgartem a Tübingen na B27 (1984) o délce 1 161 m, byl nejdelším silničním mostem vysouvaným z jedné výroby (obr. 12) [2, 24].



12

ŽELEZNIČNÍ MOSTY NA NOVÝCH RYCHLOSTNÍCH TRATÍCH

Při zahájení výstavby nových rychlostních tratí počátkem osmdesátých let byly připuštěny pouze prosté nosníky. Teprve po prokázání všech potřebných kvalitativních parametrů a technických opatření byly

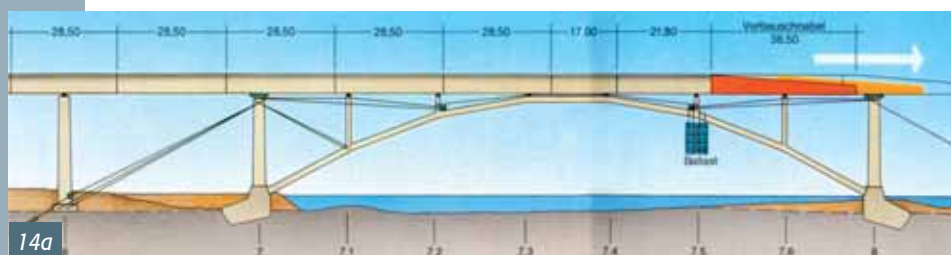
připuštěny konstrukce spojitě a konstrukčně složitější. V dále uvedených významných mostech se opět uplatnila technologie postupného výsuvu, buď zcela nebo jako podstatná část výsledného objektu.

Most přes Mohan u Gemünden (1985) je dvoukolejný a má délku

793,5 m (obr. 13). Řeku přemostuje letmo betonovaný dvoukloubový rám s poli 82 + 135 + 82 m a stojkami tvaru V. Pobřežní rampy jsou spojitě nosníky konstantní výšky 4,5 m s vnitřními poli 55 m a krajními 52,5 až 58 m, v návaznosti na rámový most. Všechny



13



14a



14b

Obr. 14 Most přes Mohan u Veitshöchheim (1987), a) schéma letmé betonáže oblouku a výsuvu [17], b) pohled na dokončený most

nosné konstrukce jsou jednokomorové, výška navazující letmé betonáže uprostřed hlavního pole je stejná jako výška vysouvaných nosníků – 4,5 m. V stojky jsou deskové o plném průřezu, patří kloub je betonový s úpravou umožňující následnou rektifikaci. Podle požadavku železniční správy na dodržení časového limitu pro případnou výměnu nosné konstrukce musela být severní rampa o šesti polích rozdělena ve dvě části po třech polích, které má i kratší jižní. Rozdělení mostu na kratší úseky se děje až po vysunutí konstrukce a vyžaduje speciální úpravu dočasně styčné spáry obou konstrukcí [16].

Most přes Mohan u Veitshöchheim (1987) je dvukolejný o celkové délce 1 280 m (obr. 14), s jednokomoro-

vou nosnou konstrukcí, která je rozdělena do čtyř částí, spojených nosníků s poli 40 až 61,7 m. Jejich délky jsou 237 m (pět polí), 369,5 m (pět hlavních a sedm podružných polí nad obloukem), 374,5 m (sedm polí) a 299 m (pět a jedno podružné pole u opěry). Nosná konstrukce v části nad řekou je podepřena lomeným vetknutým obloukem o rozpětí 162 m, se stěnami v místě lomů. Oblouk byl stavěn letmo s vyvěšením přes pylon osazený na pilíři v místě patky oblouku a podporuje vlastní nosnou konstrukci mostu, která byla stavěna technologií postupného výsuvu ze severní strany. Jedná se nejdelší případ této technologie, komorový nosník výšky 4,5 m měl délku 1 260 m a hmotnost 42 500 t, což si při sklonu

0,2 % a součiniteli tření 4 % vyžádalo celkovou tlačnou sílu 17 850 kN a speciální opatření pro její aplikaci. Nosník je opět rozdělen následně do pěti sekcí o délkách 237 + 369,5 + 214 + 160,5 + 281,6 m a doplněn deskou u jižní opěry v délce 17,4 m [17].

Most Enztal mezi Mannheimem a Stuttgartem (1989) je dvukolejný jednokomorový most o délce 1 044 m, s osmnácti poli o délce 58 m a výšce průřezu 4,75 m. Byl vysouvaný vcelku a následně rozdělený do tří částí po šesti polích a délkách 348 m [18].

Pokračování v čísle 5/09

*Ing. Karel Dahinter, CSc.
e-mail: dahinter@seznam.cz*

Odborná konference pořádaná ve spolupráci s Cechem podlahářů České republiky

PODLAHY 2009 Kulturní centrum Novodvorská, Praha 4, 17. a 18. září 2009

Tematické okruhy konference

- I. Návrh podlahy, normalizace, věda a výzkum
- II. Betonové podlahové konstrukce včetně průmyslových podlah
- III. Podlahové potěry a mazaniny
- IV. Systémy suché výstavby
- V. Podlahy s dřevěnými nášlapnými vrstvami
- VI. Keramické a kamenné dlažby včetně lepicích hmot
- VII. Textilní podlahoviny
- VIII. Teraco
- IX. Syntetické podlahoviny – nátěry, plastbetony
- X. Tepelné a akustické izolace
- XI. Podlahy na terasách, balkónech a v exteriéru
- XII. Podlahové topení

Odborný garant konference:

Doc. Ing. Jiří Dohnálek, CSc.
e-mail: dohnalek@konferencepodlahy.cz
tel.: +420 602 324 116

Vědecký tajemník:

Ing. Petr Tůma, Ph.D.
e-mail: tuma@konferencepodlahy.cz
tel.: +420 724 080 924

PODLAHY '09

Sekretariát konference:
BETONCONSULT® s.r.o.

V Rovinách 123, 140 00 Praha 4
e-mail: konference@konferencepodlahy.cz
tel: +420 602 508 571, tel./fax: +420 244 401 879
www.betonconsult.cz

Podrobné informace a on-line přihlášky na www.konferencepodlahy.cz