

LEONARDO FERNÁNDEZ TROYANO

KAREL DAHINTER

Ze zakladatelů betonového stavitelství ve Španělsku v minulém století vyčnívají dvě jména; Eduarda Torroja (1899 až 1961), považovaný za španělského inženýra století a iniciátora předpjatého betonu v této zemi a Carlos Fernández Casado (1905 až 1988), konstrukční inženýr v pravém slova smyslu a zakladatel stejnojmenné projekční kanceláře v roce 1963, která úspěšně působí i v současnosti. Spoluzakladatelem této kanceláře byl představitel další generace, Leonardo Fernández Troyano, který v roce 1984 převzal vedení společnosti s Javiérem Manterola Armisémem, dalším představitelem vynikajících stavebních inženýrů dnešního Španělska.



Okruh projekční činnosti kanceláře je velmi široký, zahrnuje převážně betonové mosty, ale též mosty spřažené, ocelové, stacionární i pohyblivé, dále inženýrské konstrukce pozemních objektů jako jsou stanice kolejové a silniční dopravy, sportovní stadiony a dokonce klenbové přehrady. Kromě monolitického betonu byly projektovány již od šedesátých let segmentové mosty první generace, tj. s jednoduchými ozuby a spárami vyplněnými maltou, různé druhy prefabrikovaných konstrukcí pro mosty i pozemní objekty. V monolitických mostech byly zavedeny prakticky všechny základní metody výstavby nosných konstrukcí; klasické stacionární skruže pro individuální objekty i pro vícepolové spojitě nosníky při postupu po polích, výsuvné skruže, případně postupné vysouvání pro výstavbu rozsáhlých mostních objektů, letmá betonáž i s případným vyvšováním přes pomocný pylon pro trémové a zavěšené mosty a její aplikace pro oblouky. Samostatnou nepřehlédnutelnou oblast tvoří visuté a zejména zavěšené mosty, mezi nimiž dlouhou dobu dominoval most C. F. Casada přes přehradní nádrž Barrios Luna z roku 1983, s rozpětím 440 m, nazvaný dle zakladatele projekční kanceláře. Ten byl rekordním rozpětím pro zavěšené mosty do roku 1986 a pro tyto mosty s betonovou mostovkou až do roku 1995 (obr. 1). Také obloukové mosty a lávky, betonové i ocelové s horní a dolní mostovkou, velmi sofistikovaných tvarů, ale vždy plně respektující konstrukční uspořádání v souladu s průběhem silových toků, představují významný podíl činnosti kanceláře.

VÝZNAMNÉ MOSTNÍ STAVBY

Při výčtu realizovaných staveb od doby založení kanceláře až dodnes je velká část spojena s jejím spoluzakladatelem Dr. Ing. Troyanem. Proto se v dalším omezíme pouze na nejvýznamnější stavební díla, která vznikla pod jeho vedením, ve sledu podle druhu konstrukcí a dále dle doby realizace.

Most Sancho el Mayor přes Ebro v Navaře (1978) je zavěšený most o jednom poli rozpětí 140 m, s jedním pylonem a mostovkovou konstrukcí ze segmentů druhé generace – násobné ozuby a kontaktní spára (obr. 2). Závěsy poloharfové soustavy jsou v přemostovaném poli uspořádány v rovinně osy mostu, kotevní závěsy jsou ve dvou rovinách svírajících



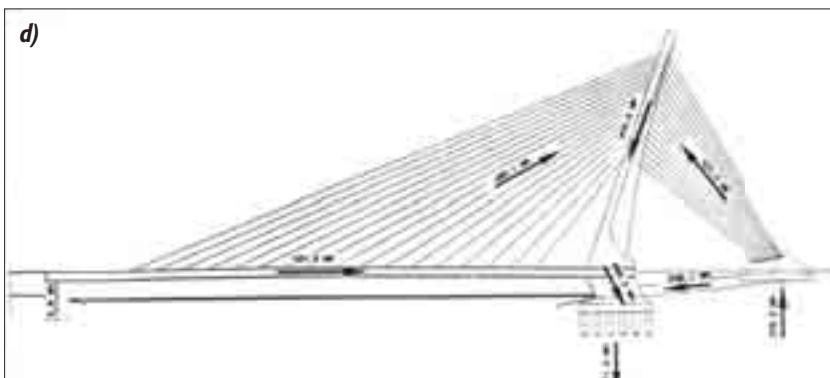
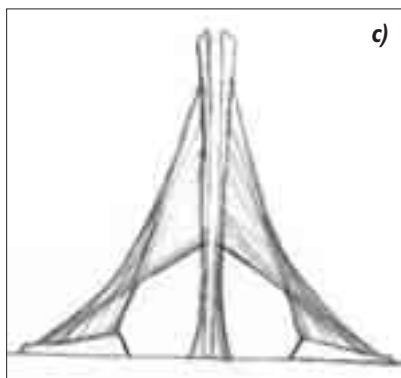
Obr. 1 Most Carlose Fernández Casada přes přehradní nádrž Barrios Luna

Obr. 2 a) Most Sancho el Mayor, b) montáž mostovkové konstrukce





Obr. 3 a) Most Pontevedra, b) letmá betonáž mostovkové konstrukce, c) první návrh konstrukčního řešení mostu, d) statické scéma mostu



úhel 120° a jsou kotveny do betonových bloků po obou stranách dálnice.

Most Pontevedra přes Lerez (1995) – je zavěšený most o jednom poli rozpětí 125 m s jedním šikmým pylone a letmo betonovanou mostovkou (obr. 3). Jedna poloharfová soustava nosných závěsů v ose mostu je doplněna dvěma kotveními soustavami ve tvaru hyperbolických paraboloidů, zakotvených do betonových bloků na předmostí. Tento most je považován za nekrásnější příklad zavěšeného jednopolevého mostu, který současně splňuje konstrukční zásady inženýrského přístupu k řešení daného problému.

Most Villahermosa přes řeku Gualva v Mexiku (2001) – přemostění mělo připomínat původní visutý most o jednom poli přes řeku s rozpětím 116 m a malou konstrukční výškou mostovky. Dvojice pylonů je tvořena prostorovými konstrukcemi dvou šikmých stojek tvaru A vetknutých do pilíře pod nosnou konstrukcí a rozevřených v podélném směru do V (obr. 4). Nový most má tři pole s velmi štíhlou mostovkou výšky 0,8 m, betonovanou letmo s postupným vyvěšováním přes pylony a provi-

zorní stojky. Dvě osnovy šikmých závěsů v harfovém uspořádání jsou doplněny vodorovnou osnovou v rozevřeném pylonu.

Mosty v Alt Urgell přes řeku Ségre, Lérida (1984). Za povodně v roce 1982 strhla řeka Ségre řadu mostů v této oblasti. Pro řešení nastalé situace bylo rozhodnuto o urychlené výstavbě čtyř „lehkých“ jednopolevých mostů, tří s nosností jednoho vozidla hmotnosti 10 t, o šířce 3 m a jeden o šířce 5,5 m, pro běžné silniční zatížení. Byl navržen systém zavěšených mostů s prefabrikovanou mostovkou, dle charakteru konstrukce a nosnosti spíše lávek (obr. 5). Rozpětí mostů byla mezi 70 až 102 m. Pylony byly též prefabrikované a jednotného tvaru. Soustava

Obr. 4 a) Most Villahermosa, b) prostorový pylon





Obr. 5 a) Most v Art Urgell – Figols, b) montáž segmentů mostovkové konstrukce
Obr. 6 a) Most metra v Bilbao, b) obloukové segmenty mostu před sklopením



hlavních nosných lan a svislých závěsů byla doplněna „zpětnými“ šikmými závěsy, které ztužují celou nosnou konstrukci. Po namontování všech prefabrikátů mostovky, vyrovnání svislých závěsů a uložení zpětných závěsů byly zabetonovány spáry mezi dílci a následně byla mostovka předepnuta.

Mosty v Bilbao přes řeku Nervion pro metro (2002 – 2003). Viadukty metra zahrnují trémové konstrukce s opěrami tvo-

ru V a dvě přemostění řeky o rozpětích oblouků 63 a 56,5 m (obr. 6). Ty byly vybetonovány po polovinách ve svislém bednění na obou předmostích a následně synchronně sklopeny do konečné polohy.

Most přes řeku Pontevedro na atlantické dálnici (1992). Plavební požadavky vedly k návrhu dvoupolového mostu o rozpětích 2 x 120 m, se středním pilířem tvaru V a stlačenou konstrukční výškou 1,9 m, zvětšující se k střednímu pilíři na 5,68 m (obr. 7). Most byl postaven letmou betonáží s vyvěšováním přes pomocný pylon.

Most přes řeku Arosu na atlantické dálnici (1998). Návrh mostu ovlivnil velký rozdíl hladin mezi přílivem a odlivem v ústí

Obr. 7 a) Most přes řeku Pontevedro, b) letmá betonáž

Obr. 8 a) Most Puente deume přes řeku Arosa, b) pilíř s přikotveným zárodkem a start letmé betonáže





Obr. 9 a) Mosty Piedrafita – montáž segmentů, b) betonáž konzol, c) hlavy pilířů a výsledný podhled nosné konstrukce

řeky – až 11 m, který vedl k minimalizaci stavebních částí v řečišti. Proto byla zvolena pole 90 m a vylehčené pilíře jednoduchého tvaru, společné pro oba pasy nosné konstrukce a výstavba letmou betonáží (obr. 8). Navržené řešení působí velmi příznivě díky volnému průhledu širokým údolím řeky a současně střídavě a dynamicky, vlivem vyvážených polí a základním tvary nosné konstrukce a pilířů.

Mosty Piedrafita na dálnici A-6 v Galicii (1999). Segmentové mosty druhé generace délky 403 a 385 m přes hluboká údolí, s výškou pilířů až 85 m (obr. 9), byly při realizaci upraveny na jednotná rozpětí vnitřních polí 75 m a na jednu mostní konstrukci pro oba dopravní směry. Postup výstavby nosné konstrukce

probíhal ve dvou etapách. V první byl klasickou metodou shora zavážecím jeřábem namontován jednokomorový páteřní nosník, ke kterému byly následně přibetonovány na pojízdném bednění 9 m široké konzoly. Ty mají prefabrikované vzpěry, které se opírají do dolní části stěny 3,7 m vysokého segmentu. Celková šířka mostů je 26,5 m.

Mosty Atenquique 1, 2 přes řeku Tuxpan v Mexiku, (1990). V letech 1972 až 1990 bylo postaveno celkem sedm velkých silničních a železničních mostů stejnou technologií postupného vysouvání jednokomorového průřezu s použitím ocelového výsuvného nosu (obr. 10). Rozpětí polí byla do 60 m, převážně méně, výška pilířů až 78 m, délka jednotlivých nosných konstrukcí do 500 m.

Most přes řeku Guadarrama mezi Torreldones a Galapagar (1988). Tvarem obloukový, staticky rámový most o rozpětí 55,5 m a šířky 10 m, je prvním z představitelů konstrukcí definovaných geometrickým tvarem povrchu (obr. 11). V daném případě jde o základní trojúhelníkový dvoukomorový průřez výšky 7 m u opěry a jeho změnu na lichoběžníkový průřez proměnné výšky v poli (1,2 m uprostřed rozpětí). Tvar nosné konstrukce je definován průřezem přímkové válcové plochy trojbokým hranolem.

Most přes řeku Besos v Barceloně na dálnici Trinidad–Mon-

Obr. 10 a) Most Atenquique, b) nosná konstrukce při výsuvu





11



12



13a



13b



14b

Obr. 11 Most přes řeku Guadarrama

Obr. 12 Most přes řeku Besos v Barceloně

Obr. 13 a) Most Les Arts ve Valencii, b) podhled mostu s pilířem

Obr. 14 a) Most Extbarri v Bilbau – letná montáž segmentů, b) segment tvaru Z



14a

gat(1992). Spojitý nosník o pěti polích délky cca 200 m, s komůrkovou nosnou konstrukcí proměnné výšky 1,6 až 4 m, byl navržen podle obdobných zásad jako předchozí most (obr. 12). V tomto případě jsou boční stěny zakřivené a korespondují s tvarem pilířů, navržených pro oba pásy ve dvojici vycházející z jednoho základu. Celková šířka mostu je 2 x 17 m.

Most Les Arts ve Valencii přes staré koryto řeky Turia (1998). Dalším příkladem tohoto přístupu k navrhování je městský most délky cca 150 m s poli 20 a 36 m (obr. 13). Poměrně malá rozpětí umožnila návrh štíhlé deskové konstrukce 0,7 až 1,5 m silné ve stejné úpravě jako u předchozího mostu. Zajímavě řešené pilíře vytvářejí s oběma nosnými konstrukcemi jednotný, dynamicky působící celek, který je v dokonalém souladu s parkovou úpravou přemostovaného území.

Most Extbarri v Bilbau přes řeku Nervión (2004). Zvláštnosti tohoto mostu vyplývají z dispozice vedení linek metra, které vyžadovaly přemostění ve dvou úrovních a z překračované řeky, kde bylo nutno navrhnut jedině pole o rozpětí 86 m. Řešením byl betonový příhradový most se dvěma mostovkami v úrovni dolního a horního pásu – zcela unikátní zejména s přihlédnutím ke zvolené segmentové technologii (obr. 14). Segmenty mají tvar Z, sestávají z horní a dolní části mostovkových pásů a šikmé diagonály. Celkem tři paralelní příhradové nosníky byly montovány jeřábem letmo s použitím dvou pomocných podpěr. Zbývající části obou mostovkových desek byly následně dobetonovány.

Most Las Delicias v Seville přes kanál Alfonsa XIII. (1991). Mostní objekt sestává ze dvou oddělených nosných konstrukcí, jedné pro železnici a druhé pro kapacitní městskou komunikaci (obr. 15). Bylo požadováno sjednocení do jednoho objektu, který navíc musel být dispozičně v souladu se stávajícím ocelo-



Obr. 16 Tunelový viadukt Pensil

Obr. 15 Most Las Delicias v Seville

vým mostem. Komplikace při návrhu vyvolávala výrazně odlišná niveleta železniční a silniční části a plavební požadavky na kanále. Výsledné řešení spočívalo ve výstavbě stacionárního silničního mostu nad plavebním otvorem a sklopného železničního mostu, analogicky k původnímu mostu. Tomu byla přizpůsobena rozpětí nového soumostí, 40, 56 a 40 m, a pro jeho vzhledové sjednocení též konstrukční uspořádání, dvojtrám s ocelovými komorovými nosníky.

Tunelový viadukt Pensil v Mexiku (1986). Železniční trať mezi Veracruzem a Mexiko City překračuje mostem říční kaňon a dále pokračuje po jeho strmém úbočí v délce cca 125 m. Jako nejvhodnější řešení byl navržen viadukt uložený na trojúhelníkových konzolách, opřených a kotvených do skalní stěny kaňonu po 15 m (obr. 16). Na konzolách byly uloženy dvojice nosníků železničního mostu i oblouková ochranná klenba světlosti 13,5 m a výšky 10 m. Tloušťka klenby je běžně 0,6 m, v místech konzol je zesílena na 1,4 m. Klenba je zasypana zeminou, která tlumí účinky padajících kamenů.

Klenbová přehrada Quentar na řece Aguas Blancas (1968), (obr. 17). Projekt byl společným dílem všech tří v úvodu zmiňovaných představitelů projekční kanceláře. Přehradní nádrž slouží pro zásobování Granady pitnou vodou. Velmi pevné skalní útvary v místě nádrže umožnily výstavbu klenbové hráze výšky 140 m s dvojitou křivostí.

ZÁVĚR

Ve výčtu nejvýznamnějších mostů nebyly zahrnuty, vzhledem k zaměření časopisu, některé čistě ocelové konstrukce, např. půdorysně rozvětvená lávka v Barceloně, původně postavená v roce 1974 a pro olympijské hry přemístěná vcelku v roce 1992. Originální je způsob zavěšení obdobné lávky prostorovým vějířem závěsů vycházející ze dvou bodů, koulí o průměru 2,2 m na prostorové konstrukci jednoho pylonu. Dalším příkladem je zvedací lávka s horním obloukem přes kanál v Manchesteru o rozpětí 92 m.

Podobně i významné objekty pozemního stavitelství, zejména nádraží a stanice metra, např. Aluche v Madridu nebo v Oviedu, mají hlavní nosné konstrukce ocelové, betonové části jsou obvykle menších rozpětí nebo v klasickém pojetí.

Cílem celého článku není jen pocta dílu velkého inženýra, ale

Literatura:

- [1] Carlos Fernández Casado s.l. – DE PARTE A PARTE, Madrid 2004

současné i uvedení vzorů inženýrského přístupu k řešení výstavby mostních objektů v různých situacích tak, aby byly splněny funkční požadavky spolu se vzhledovými, konstrukčními, technologickými a ekonomickými, a to při dodržení výsledné kvality a trvanlivosti.

Ing. Karel Dahinter, CSc.

SMP CZ, a. s.

Evropská 1692/37, 160 41 Praha 6

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

Obr. 17 Klenbová hráz přehrady Quentar

