

MOST MILLAU – NAJVIŠI OVJEŠENI MOST NA SVIJETU

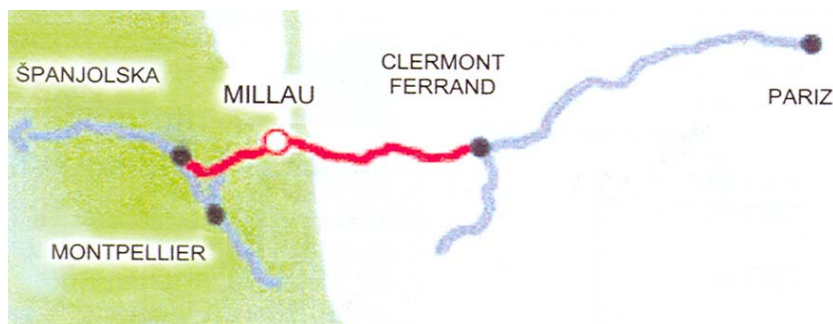
Sredinom prosinca 2004. bilo je zaista mnogo vijesti o svečanom puštanju u promet najvišeg mostu na svijetu, mosta Millau u južnoj Francuskoj. Most se nalazi na autocesti A75 (europska oznaka E11), koja se još naziva i *La Meridienne* budući da teče gotovo pravocrtno od sjevera prema jugu, i ide od Pariza preko Clermont-Ferranda do Béziersa i obližnjeg Montpelliera nadomak sredozemne obale. Autocesta se počela graditi 1978., a svečano otvaranje novog mosta bilo je ujedno i puštanje u promet posljednjega 40 km dugog odsječka. Autocesta A75 je uz autocestu koja stotinjak kilometara istočnije vodi dolinom Rhône (od Pariza do Clermont-Ferranda teku zajedno) alternativni francuski prometni pravac prema jugu. Njezin će završetak uvelike smanjiti ljetne gužve prema moru i omogućiti brže povezivanje Pariza preko Perpignana s Barcelonom, a predviđa se da će se vrijeme putovanja smanjiti za otprilike 45 minuta. Inače to je ujedno najizraavnije prometno povezivanje Amsterdama s francuskom i španjolskom obalom.



Prikaz premošćivanja doline rijeke Tarn

MILLAU BRIDGE - THE HIGHEST CABLE STAY BRIDGE IN THE WORLD

The Millau bridge has just been completed and opened to traffic in the south of France, on the French motorway A75 which is one of the main European links with the French and Spanish coastal regions. The bridge, 2460 m in length, spans across the deep valley of the Tarn river, and has two traffic lanes for each direction of travel. It is a cable stayed steel bridge with 7 pylons that are made of reinforced concrete up to the deck slab, while pylon structures above the deck are made of steel. The construction is financed from private sources, all based on concession which has been granted for the period of 75 years. A distinctive feature of the bridge are two tall pylons measuring 336.4 m and 312.4 m in height, which makes them the tallest pylons in the world. In addition, the highest level of motor traffic above the river surface, i.e. 270 m, has been achieved on this project. However, the Royal Gorge Bridge built in the USA in 1929 at the level of 331 m above the Arkansas river, still remains the highest bridge in the world.



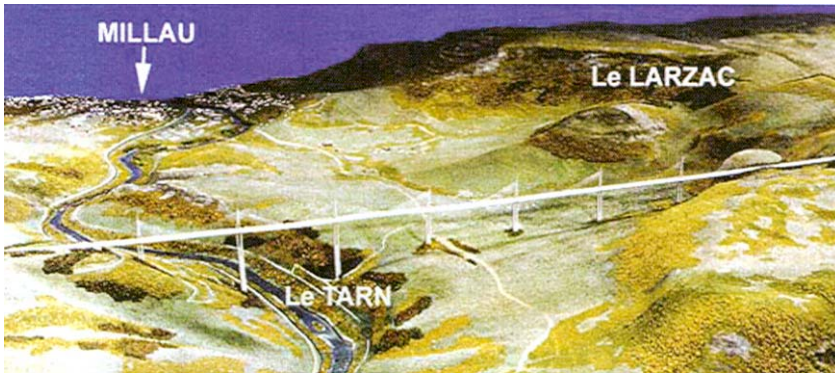
Položaj mosta Millau na autocesti A75

Na svečanom je otvorenju mosta bio i francuski predsjednik Jacques Chirac, a on ga je nazvao jednim od najznačajnijih ostvarenja suvremenoga francuskog graditeljstva, kojemu je temelje na prijelazu 19. u 20. stoljeće postavio slavni Gustave Eiffel. Most dug 2460 m projektirao je ugledni britanski arhitekt sir Norman Foster, a konstruktorske i izvedbene projekte izradili su francuski inženjeri pod vodstvom prof. Michela Virlogeuxa. Francuski su graditelji u cijelosti izgradili most i nadzirali izvođenje radova.

Most, koji zbog prostora koji premošćuje nazivaju i vijaduktom, spaja dvije kamenite visoravni (Rouge i Larnac) na rubu francuskoga Središnjeg masiva. Prema općim ocjenama vrlo se

dobro stopio s okolinom. Svi ističu njegovu vitkost, skladnost i estetsku vrijednost, a arhitekt je Foster izjavio kako je želio da se most doima nježno poput leptira. U Francuskoj sada postoji veliko zanimanje za njegovo razgledavanje, čak se navodi i brojka od najavljenih sto tisuća turističkih razgledavanja.

Za svladavanje strmog kanjona rijeke Tarn (koja izvire na padinama obližnjeg Mont Lozérea, vode joj se ulijevaju u Atlantski ocean, a duga je 375 km) u prošlosti je razmatrano nekoliko varijanata. Jedna je predviđala zaobilaznje gradića Millaua s istoka, ali je bilo potrebno graditi dva velika mosta preko rijeke Tarn i njezine pritoke Dourbie. Razmatrana je i zapadna varijanta, ali ona je



Pogled sa zapada na most Millau

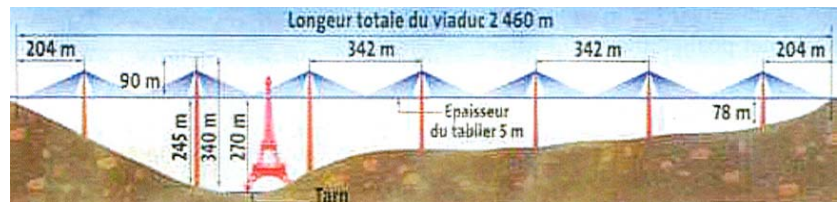
bila 12 km dulja i zahtijevala je još 4 vijadukta. Nekako se najprihvatljivijom činila srednja trasa i najkraća varijanta koja je većim dijelom pratila postojeću staru cestu, ali tu je bilo mnogo geoloških, topografskih i urbanističkih problema. Stoga je izabrana ponešto modificirana srednja varijanta koja je uspješno izbjegla brojne urbanističke i vlasničke prepreke, ali je zato bila izuzetno tehnički zahtjevna u svladavanju doline

Tarna. Bila je ipak značajno jeftinija od po troškovima najbliže zapadne varijante, a i sukladna zahtjevima lokalne zajednice. No i tu su također

rijeke Temze, izgrađenog 2000., a svojedobno prozivanog zbog problema vezanih uz vibriranje.

Idejni i glavni projekt izradila je tvrtka SETRA (*Service d'Etude Techniques Routes et Autorutes*) koja je povezana s nadležnim državnim ministarstvom, projekte konstrukcije tvrtka EEG Simescol iz Liona, a način podizanja segmenata čelične konstrukcije razradila je belgijska projektantska tvrtka Greich.

Usljedio je odabir koncesionara koji će financirati, izgraditi i upravljati novim mostom. U užem su izboru bila 4 konzorcija, sastavljena uglavnom od francuskih tvrtki, iako su im

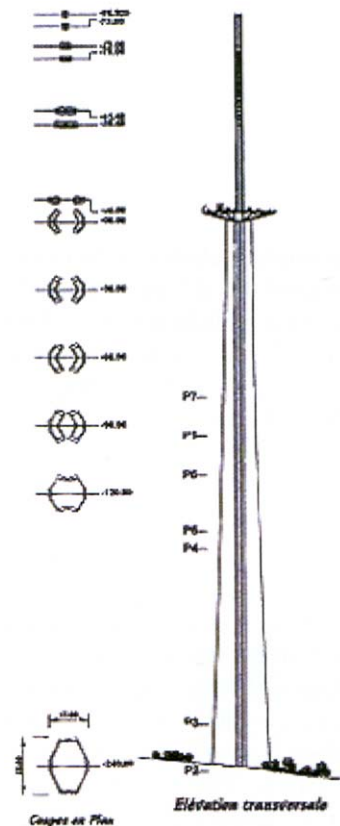


Uzdužna dispozicija mosta s označenim visinama i rasponima

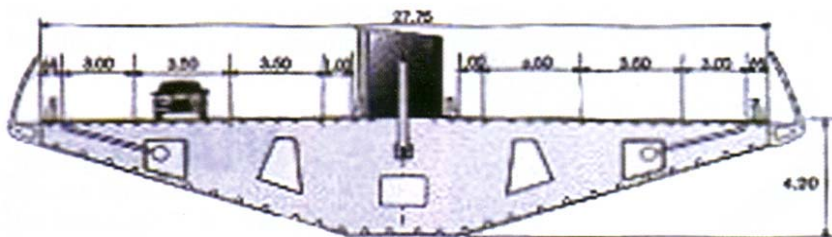
razmatrane dvije mogućnosti prijelaza rijeke. Niža je uključivala most dug 200 m i potom vijadukt 2300 m duljine, koji bi u nastavku prelazio u tunel. Ali upravo je tunel koji bi prolazio kroz podzemni vodotok važan za vodoopskrbu tog kraja bio presudan za izbor one više varijante prijelaza. Nakon toga pet je arhitektonskih i projektnih biroa pozvano da predlože tehničko rješenje za gradnju velikog vijadukta.

Na kraju je prihvaćeno idejno rješenje ovješnog mosta sir Normana Fostera, višestruko nagrađivanog i svjetski priznatog arhitekta. Njegov je projektni biro (*Foster & Partneri*) osmislio brojne građevine na svim stranama svijeta, a bio je uključen i u neke od najvećih svjetskih projekata, poput aerodroma u Pekingu, podzemne željeznice u Bilbau i novoga njemačkog Reichstaga. Foster je autor i Millennium Bridgea, londonskoga pješačkog 380 m dugog mosta preko

bila pridružena i neka velika španjolska, švedska i talijanska građevinska poduzeća. Odabrana je golema grupa Eiffage, nastala spajanjem tvrtki Fougereolles i SEA, treća po veličini u Francuskoj za radove u niskogradnji i šesta u Europi. Ta je grupa odmah utemeljila posebnu tvrtku za izgradnju i upravljanje mostom – *Compagnie Eiffage du Viaduc de Millau (CEVM)*. Iz sastava grupe Eiffage za izvođenje betonskih radova odabrana je tvrtka Eiffage TP, a za čelične tvrtka Eiffel, što je na neki način protumačeno i simbolično s obzirom na to da je utemeljitelj te tvrtke u ovom području izgradio 1884. proslavljeni željeznički vijadukt Garabit. No za podizanje čeličnih sekcija rasponske konstrukcije izabrana je američka tvrtka Enerpac. I za izradu i ugradnju čelične nosive užadi izabrana je također jedna francuska tvrtka koja nosi ime prema još jednom slavnom francuskom graditelju – *Freyssinet*. Valja reći da su



Uzdužni presjek pilona s naznačenim poprečnim presjecima



Poprečni presjek kolničke konstrukcije

za nadzor izabrane francuske inženjerske tvrtke – *Setec* iz Pariza i za dio radova inženjeri iz *SNCF*-a, što je inače dijelom privatizirana francuska nacionalna tvrtka za željeznice.

No da se vratimo na početak. Odluka o izboru trase donesena je 1989., a 1991. izabrana je varijanta s visokim vijaduktom. Sredinom 1996. izabran je projekt ovješnog mosta i te iste godine raspisan je natječaj za dodjelu koncesije. Radovi su započeli u listopadu 2001., a 14. prosinca te godine kamen temeljac na gradilištu položio je ondašnji francuski ministar prometa Jean-Claude Gayssot. Potom se počelo s temeljenjem masivnih armiranobetonskih stupova, koji su zapravo podloga za čelične pilone iznad kolničke konstrukcije, i gradnjom upornjaka. Stupovi su temeljeni na bušenim pilotima (4 po



Gradnja pilona

jednom pilonu i u dubinu od petnaestak metara). Nastavilo se s gradnjom masivnih stupova i provizornih stupova



Gradilište u oblacima

va te ugradnjom i prvim naguravanjem nosive konstrukcije, što je započeto s juga u veljači 2003. Na armiranobetonske stupove montirani su postupno čelični nastavci na koje će se pričvršćivati natege. U studenom 2003. završeni su armiranobetonski dijelovi najvećih pilona koji su smješteni na obalama rijeke Tarn, a koji su ujedno i najviši na svijetu. Krajem svibnja 2004. spojeni su svi dijelovi nosive konstrukcije i započelo se s opremanjem mosta. Ugrađeni su čelični dijelovi pilona, učvršćene čelične natege, demontirani privremeni stupovi te ugrađena kolnička konstrukcija. Rekli smo već da je 14. prosinca 2004. francuski

predsjednik svečano otvorio most, a za redoviti promet je otvoren 16. prosinca. Ipak manji su se radovi na uređenju okoliša i na uhodavanju ugrađene prometne tehnike i signalizacije nastavili, tako da je most u cijelosti završen 10. siječnja 2005., upravo kako je bilo i planirano. Štoviše nedavno je (15. siječnja 2005.) zabilježeno je i prvo samoubojstvo.

Izgradnja je trajala nešto više od tri godine (39 mjeseci), a u vrijeme naj-

većih radova na mostu je radilo približno 500 radnika. U sklopu mosta izgrađena je i naplatna građevina 6 km sjevernije s 14 ulaza, a planirano ih je 18. Cijena će za osobna vozila iznositi zimi 4,90 eura, ljeti 6,50, a za kamione tijekom cijele godine 24,30 eura. Procjenjuje se da će u ljetnim mjesecima mostom prolaziti 28.000 vozila, dok se u ostatku godine očekuje 10.000 vozila u jednom danu.

Zanimljivo jest da će koncesionar mostom upravljati punih 75 godina kada će ga vratiti na upravljanje državnim institucijama. No zato kakvoća ugrađenih materijala i obavljenih građevinskih radova jamči trajnost



Početak ugradnje rasponske konstrukcije na južnoj strani

mosta od 120 godina, što je 20 godina više nego što je uobičajeno. Dakako da most u cijelosti zadovoljava najviše zahtjeve zaštite okoliša, a opremljen je najsuvremenijom opremom za mjerenje prometa i vremenskih uvjeta. Cijena izgradnje u početku se procjenjivala na 310 milijuna eura, a na kraju je objavljeno da su ukupni troškovi 394 milijuna eura. Most se nalazi otprilike 5 km zapadnije od gradića Millau, smještenog još od antičkih vremena na ušću rijeke Dourbie u Tarn. Gradić ima dvadesetak tisuća stanovnika i nalazi se u bogatom poljoprivrednom kraju, a dosad je u svijetu bio poznat po kožnoj galanteriji, posebno po svojim ručno izrađenim rukavicama od meke kože koje nude ekskluzivni svjetski trgovački lanci. Računa se da se u tom živopisnom gradiću proizvede čak 4,7 milijuna pari rukavica na godinu. Šire je područje još poznato po svojim ovčjim sirevima (roquefort), mesnim specijalitetima i vinima.

Most na duljini 2460 m ima 7 pilona (s armiranobetonskim i čeličnim dijelovima) te 8 raspona. Rubni rasponi između upornjaka te najbližih pilona iznose 204 m, a svi ostali imaju 342 m. Širina je mosta 32,05 m, a

predviđen je promet u dva smjera sa dva prometna traka. Svaki prometni trak ima 3,5 m, a za središnji je prostor na kojemu je smješten pylon sa zategama ostavljen još po 1 m. Sa svake se strane pokraj prometnih trakova nalazi poseban zaustavni trak širok 3 m. Uz kolnik je postavljena posebno projektirana sigurnosna ograda tako da je širina kolnika, bez posebno zaobljene 3 m visoke prozir-

ne zaštite od vjetra, 27,75 m. Navodno taj prozirni ekran štiti vozila od udara vjetra otprilike 50 posto.

Najveći su problem u gradnji ovoga mosta bili visoki piloni, posebno njihov armiranobetonski donji dio, čija se visina kreće od 77,56 m kod najnižeg (P7 pokraj južnog upornjaka) do 244,96 m kod najvišega (P2 na sjevernoj strani). Njihov profil varira s visinom. U bazi je površina presjeka 200 m², a na vrhu uz kolničku konstrukciju 30 m². Uporabljena je oplata *Peri* s hidrauličnim podizanjem, a sekcije od po 4 m podizane su svaka tri dana. Najviši piloni (P2 i P3) u svom su betonskom dijelu dostigli visinu od 245 m odnosno 221 m i po tome su najviši na svijetu, a kad se tome pridodaju 87,6 m visoki čelični A nastavci iznad kolničke konstrukcije, dobiva se visina od 336,4 m odnosno 312,4 m (s uključenom visinom kolnika), a to su onda daleko najviši piloni nekog mosta na svijetu. Oni su veći, barem najviši, i od Eiffelova tornja koji s antenom prema najnovijim mjerenjima ima 324 m.

Rasponska je čelična konstrukcija smještena na visini od 270 m iznad



Ugradnja rasponske konstrukcije na sjevernoj strani



Ugradnja pilona i zatega

hidraulične dizalice. Brzina naguravanja bila je 7 m/h i svaka je operacija zahtijevala 48 sati neprekidnog rada. S južne su strane nagurana 1742 m, a sa sjeverne 717 m.

Treba još dodati da su svi ti segmenti bili drugačiji jer se most nalazi u laganoj zakrivljenosti ($R = 20.000$). Osim toga most je i u usponu od sjevera prema jugu otprilike 3 posto.

Posljednja je sekcija iznad rijeke Tarn ugrađena 28. svibnja 2004. Valja reći da je težina cijele čelične konstrukcije 36.000 t, a to je čak 5 ukupnih težina Eiffelova tornja koji je

očito jedinica s kojom se u Francuskoj vole uspoređivati.

Poseban su problem bili čelični nastavci pilona koji su ugrađivani u dijelove rasponske konstrukcije kao nastavak armiranobetonskih dijelova. Ti su dijelovi pilona ugrađivani prije nego što je spojena čelična konstrukcija, a jedino su posljednja 2 ugrađena nakon spajanja. Svaki je čelični dio pilona težak 700 t i gotovo 90 m visok i za njihovo su pozicioniranje upotrijebljene dvije hidraulične dizalice. Na mjesto ugradnje prevozili su se preko konstrukcije s 4 motorizirane platforme.

U svaki pilon ugrađeno je 11 pari natega, što u cijelosti iznosi 154 komada kabela, a svaki ima 20 cm u promjeru. Natege su fiksirane u metalne dijelove rasponske konstrukcije u sredini mosta. Ukupno je utrošeno 5000 tona čelika.

U cijelu je konstrukciju ugrađeno 85.000 m³ betona ili 290.000 t. Ugrađeno je i 10.000 t posebnoga bitumenskoga sloja u kolničku konstrukciju.

Valja na kraju reći da nas je na ovo posebno predstavljanje ovoga značajnoga graditeljskog djela ponukalo netočno izvještavanje na brojnim



Most Millau uoči podizanja čeličnih nastavaka pilona

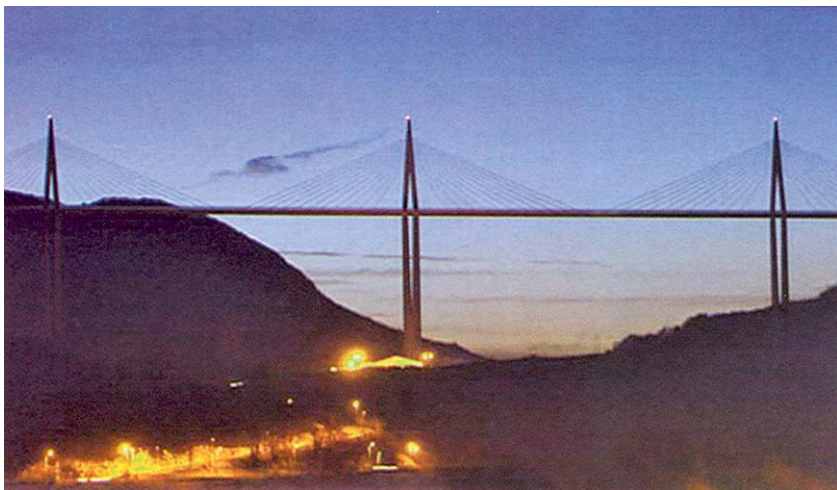
razine rijeke Tarn. Dijelovi čelične konstrukcije, u prosjeku 4,2 m visoki i 15 do 22 metra dugi i teški po 90 tona, izrađivani su tvornicama tvrtke *Eiffel* u Fos-sur-Meru i Lautenbourgu u Alsaceu. Velike su sekcije dovezene na južnu stranu, odakle je naguran veći dio konstrukcije, iz Fos-sur-Mera preko Nîmesa u Millau i na visoravan Larzac, a iz tvornice u Lautenbourgu preko Clermont-Ferranda na Crvenu (Rouge) visoravan. Takvih je sekcija bilo ukupno 173. Sekcije su na otvorenom međusobno spajane na duljinu od polovice raspona (171 m), a potom su posebnom tehnikom naguravane do mjesta ugradnje. Radi složenosti i preciznosti upotrijebljene su čak 64



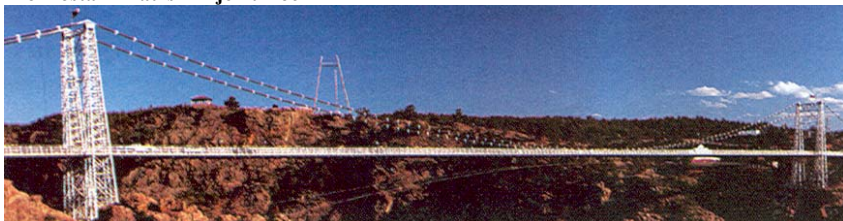
Dio mosta pred završetkom

mjestima. U epitetima se zaista previše pretjerivalo. Naime svugdje je most predstavljan kao najviši na svijetu. Preko interneta smo provjerili sve podatke i zaključili da tome nisu pridonijeli ni investitor ni koncesio-

cija na najvišoj razini iznad rijeke, Royal Gorge Bridge u kanjonu City u Coloradu u SAD, izgrađen još 1929. godine. On je visok 331 m iznad rijeke Arkansas. Riječ je o pravom čeličnom visećem mostu, dugom 384



Dio mosta Millau snimljen u noći



Royal Gorge Bridge u SAD

nar, već su zabune izazvale nepotpune informacije i netočni prijevodi.

Naime najviši je most na svijetu, dakle onaj kojemu je rasponska konstruk-

cija i širokom 5 m, a piloni su mu na rubovima kanjona visoki samo 46 m. Ni prema drugim značajkama most Millau nije neka posebnost, osobito ako se usporedi sa 6800 m dugim



Sa svečanog otvorenja mosta

mostom Storebelt na Baltiku ili s glavnim rasponom od 1990 m visećeg mosta Akachi Kaikyo u Japanu. No dosad je najviši most s prometom na autocesti bio Kochertal u Njemačkoj i njegovih je 185 m visine sada značajno nadmašeno. Upravo je to da je sa 270 m najviši most na autocesti, i da ima najveću visinu svojih pilona (336,4 m), jedini svjetski primat mosta Millau. I nije točno da je to najviši most s automobilskim prijevozom, jer Royal Gorge Bridge nipošto ne služi samo za pješački promet, iako se nalazi u sastavu nacionalnog parka. Možda je pravi primat ovog mosta u njegovoj estetskoj vrijednosti, ali to ionako nije moguće mjeriti.

Branko Nadilo
(s pomoću brojnih web sajtova)

