

ČELIČNE KONSTRUKCIJE I

PREDAVANJE 01

PREDMET

ČELIČNE KONSTRUKCIJE I

Semestar: V
Fond časova: 2+2
Kredita: 5

Nastavnik: Prof.dr Duško Lučić
Saradnici: Mr Mladen Muhadinović
Mr Petar Subotić

U sljedećem semestru i na Modulu 1 – Konstrukcije i na Modulu 2 – Infrastrukture, imaćemo predmet:

Čelične konstrukcije II,

Sa fondom časova 2+2.

Na Master studijama, na studijskom programu Građevinarstvo - konstrukcije, na I godini studija, unaprijeđuje se znanje iz ove oblasti kroz tri predmeta:

Projektovanje i građenje čeličnih konstrukcija

Spregnute konstrukcije

Čelične konstrukcije inženjerskih objekata

Na II godini master studija na Modulu 2 - Čelične, spregnute i drvene konstrukcije, više predmeta je vezano za ovu oblast.

Informacija za studente - KOMENTAR

(Pogledati Informaciju za studente koja se daje u prilogu)

ČELIČNE KONSTRUKCIJE I

PREDAVANJE 01

UVOD

KONSTRUKCIJA?

- Konstrukcija je element ili skup elemenata koji mogu da nose određeno opterećenje. Ili malo preciznije, koji mogu da prihvate, izdrže i prenesu na oslonce određeno opterećenje.
- Ako tako definišemo konstrukciju, onda je konstrukcija praktično sve što vidimo, sve što nas okružuje. Primjeri: prozor, stolica, olovka, međuspratna ploča iznad nas...

GRAĐEVINSKA KONSTRUKCIJA

ČELIČNA KONSTRUKCIJA

- Građevinska konstrukcija? Mogu biti: čelične, spregnute, betonske, armirano betonske, prethodnonapregnute, drvene, kamene, aluminijumske...
- U ovom predmetu izučavamo čelične konstrukcije koje u građevinarstvu imaju veoma široku primjenu.

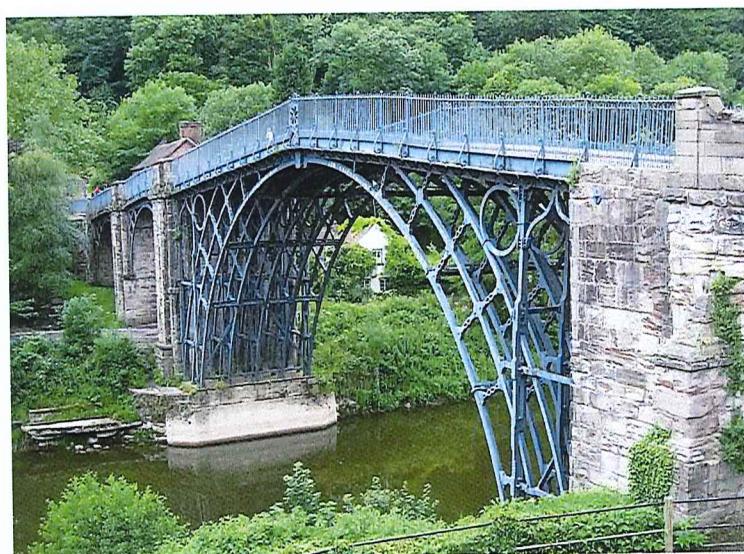
MATERIJAL: ČELIK (Istorijat, upotreba u građevinarstvu)

- Čelik koji se danas upotrebljava u građevinarstvu je najpoznatija legura željeza (Fe).
- Najstarija legura koja je napravljena od željeza je gvožđe. Za gvožđe se zna već više od 5000 g. Nije utvrđeno kako je čovjek uspio da napravi gvožđe. U prirodi se željezo ne može naći slobodno (osim u slučajevima kada stigne na zemlju u meteoritima). Uglavnom se nalazi u rudama: ferit, magnetit, hematit, limonit i pirit.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

- Pronalaskom dobijanja sirovog gvožđa pomoću koksa u visokim pećima 1735. g. omogućena je veća proizvodnja sirovog gvožđa, a time i njegova široka primjena.
- Dok nije zaživio ovaj postupak gvožđe je bilo veoma skup proizvod koji se koristio uglavnom za proizvodnju alata i oružja, dok je upotreba u građevinarstvu bila vrlo ograničena: spojna sredstva (ekseri, zavrtnjevi ili zakivci), razne zatege i sajle i spojevi ili nastavci elemenata drvenih konstrukcija (podvezice). Međutim, po pronalasku visokih peći čelik postaje konkurentan građevinski materijal i počinje da se primjenjuje u građevinskim konstrukcijama kao osnovni noseći materijal.
- Prvi građevinski objekat sa nosećom konstrukcijom od gvožđa je most The Iron Bridge, preko rijeka Severn, u mjestu Coalbrookdale u Engleskoj, podignut u periodu od 1777-1779 (pušten je u saobraćaj 1781.g.), a izgradjen je pod rukovodstvom Abrahama Darby III.

The Iron Bridge, Coalbrookdale, England



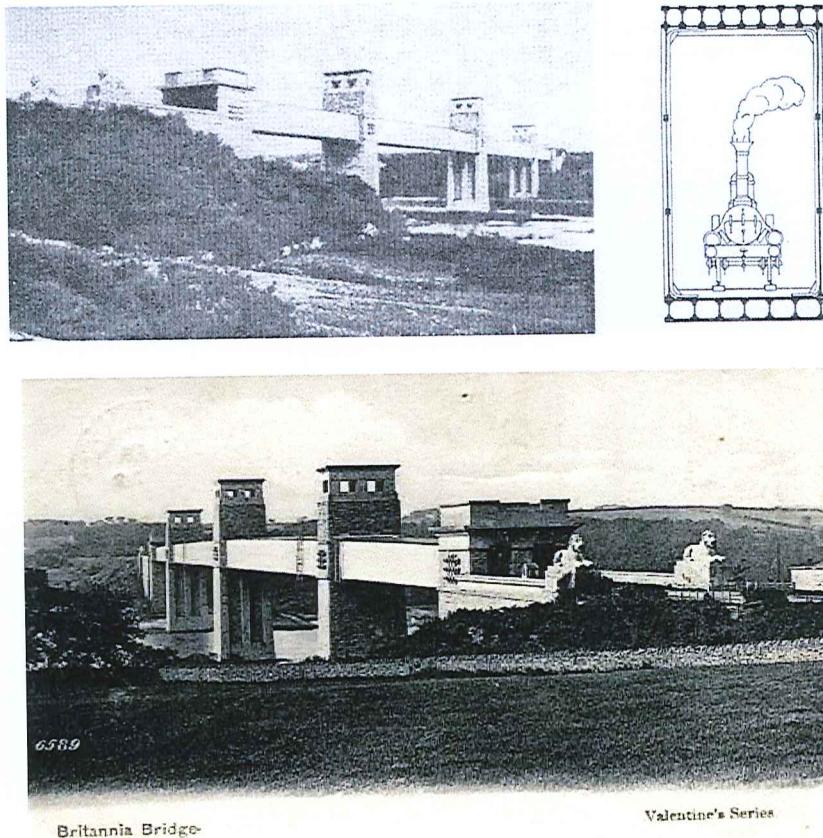
- Lučni most raspona 30.5 m, sa strijelom od 13.7 m. Most se sastoji od pet segmentnih lukova na tri zglobova i na međusobnom rastojanju od 1.5 m. Lukovi su

ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

izliveni iz dvije polovine. U most je ugrađeno 378 t gvožđa. Most je i danas u upotabi i služi za pješački saobraćaj.

- Prethodni pokušaj izrade mosta od livenog gvožđa u Francuskoj 1755. g. je propao jer se pokazalo da je postupak livenja konstruktivnih elemenata preskup.
- Pronalaskom parne mašine postupak dobijanja gvožđa postaje još efikasniji, jer se mašinama na parni pogon u peći uduvava prethodno zagrijani vazduh. Potom se 1784. g. razvija pudel-proces dobijanja varenog gvožđa, sa svojstvima veoma sličnim današnjem čeliku.
- Svojstva varenog gvožđa omogućila su konstruisanje smjelijih objekata tako da je 1850. g. napravljen most Britannia preko moreuza Menai Strait. Dvokolosječni željeznički most raspona $71.9 + 2 \times 141.7 + 71.9$ m. Dva odvojena sanduka kroz koje su prolazili vozovi.

Most Britannia, Wales



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I

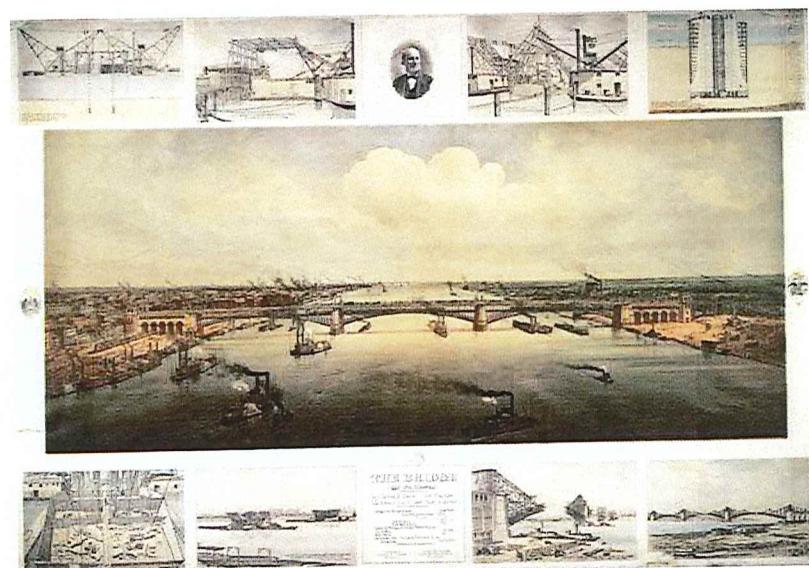
PREDAVANJE 01

Most Britannia, Wales - Današnji izgled



- Progres u gradnji konstrukcija od gvožđa zahtijevao je upotrebu elemenata sa poprečnim presjecima racionalnim u pogledu težine, a sa što većom nosivošću. Godine 1839. dolazi do pojave prvih profila. Francuski inžinjer Charles Ferdinand Zores je uspio da izvalja prvi I profil, a potom i U profil.
- Pronalazak topljenog čelika vezuje se za godinu 1855. i postupak poznat kao Besemerov postupak.
- Drumsko željeznički most Sent Luis (Eads Bridge) preko rijeke Misisipi, povezuje gradove St.Louis, Missouri i East St.Louis, Illinois, građen od 1867. do 1874.g., prvi je značajni most napravljen od čelika. Projektovao ga je i gradio američki inžinjer James Eads.

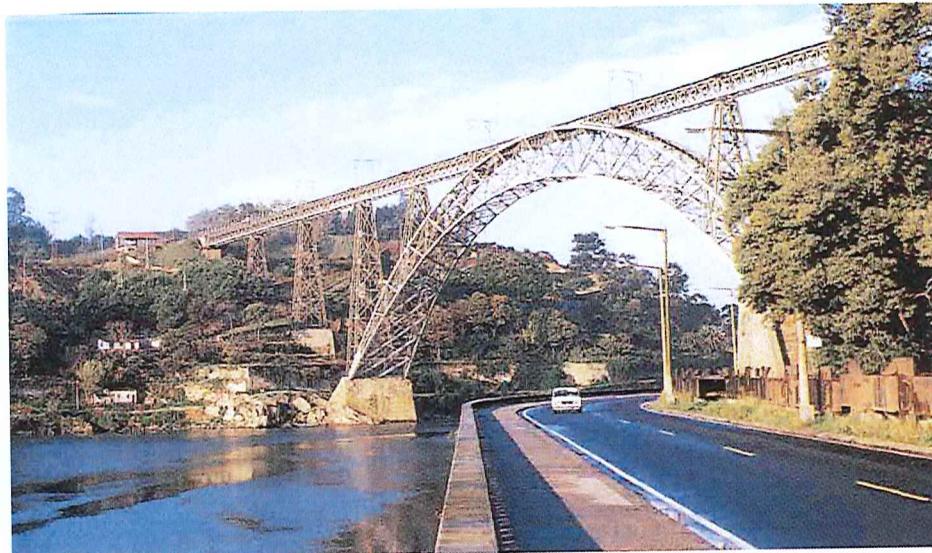
Most Sent Louis, East St.Louis, Illinois, USA



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

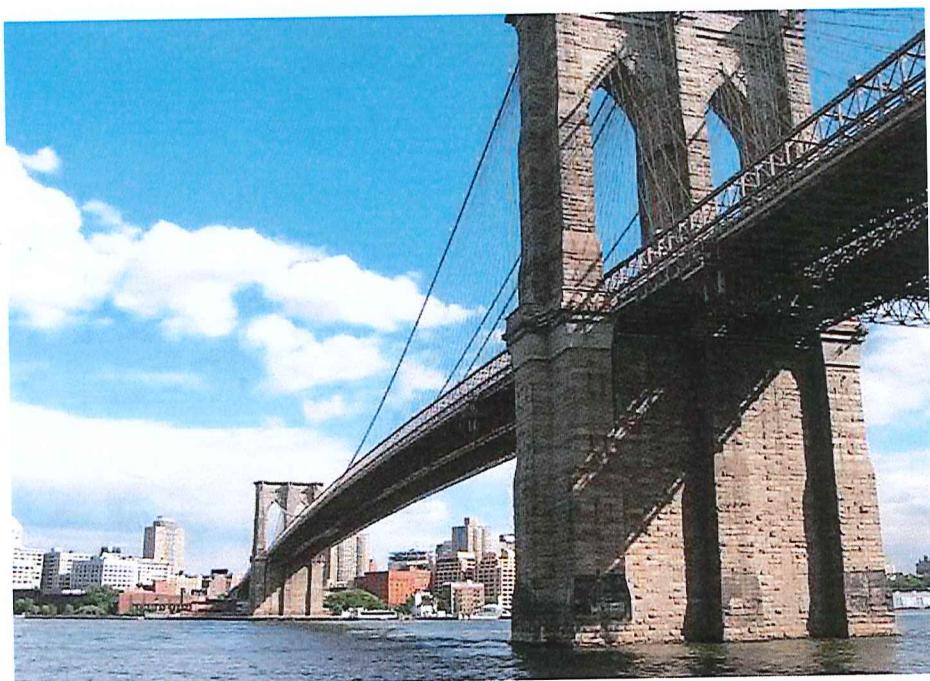
- Pia Maria Bridge u Portu, Portugalija, remek djelo Gustave Eiffel-a, završen 1877., preko rijeke Douro. Raspon 160.0 m, urađen od kovanog gvožđa.

Pia Maria Bridge, Porto, Portugal



- Uvođenje Simens-Martinovog postupka, a naročito Tomasovog postupka, omogućilo je, poslije 1880., masovnu proizvodnju čelika dobrog kvaliteta, takozvanog topļjenog čelika, koji je i danas u upotrebi.
- U New Yorku je 1883. završen Brooklin Bridge preko East River sa rasponom od 486.0 m.

Brooklin Bridge, New York, USA



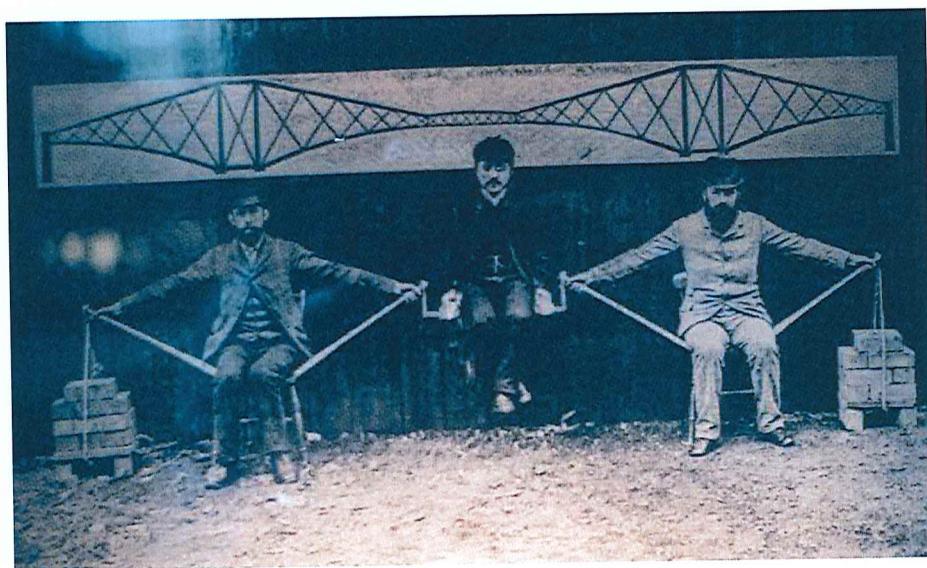
ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

- Monumentalni Forth Bridge preko moreuza Firth of Forth, željeznički most u blizini Edinburga u Škotskoj, sa rasponom $210.0 + 2 \times 521.2 + 210.0$ m. Građen je u periodu od 1882. do 1890. g.

Forth Bridge, Edinburgh, Scotland



Forth Bridge – Konstruktivni sistem - Ideja



- Najraniji početci primjene čeličnih konstrukcija u građevinarstvu vezuju se uglavnom za mostogradnju, međutim paralelno se gvožđe i čelik upotrebljavaju i u konstruisanju ostalih građevinskih objekata. Snažan zamah u izgradnji zgrada dešava se početkom dvadesetog vijeka, naročito u SAD.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

- U New York-u je 1931. završena Empire State Building. 381.0 m visine, sa 102 sprata. Preko 50 000 tona ugrađenog čelika. Preko 40 godina najviša zgrada na svijetu.

Empire State Building, New York, USA



- Godina 1881. se vezuje za početak elektrolučnog zavarivanja, međutim tek 1928. se ovaj postupak počinje primjenjivati u građevinarstvu. Najveći razvoj ovog postupka desio se za vrijeme drugog svjetskog rata. Danas je ovo nezamjenjiv postupak spajanja konstruktivnih elemenata i znatno je doprinio da čelične konstrukcije postanu još lakše i racionalnije.

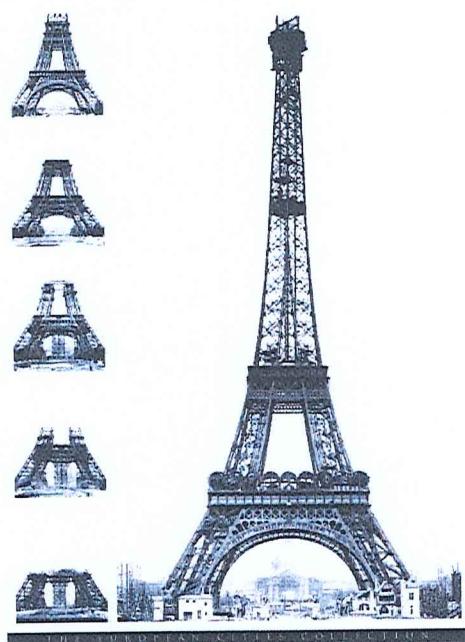
**ČELIČNE KONSTRUKCIJE I
PREDAVANJE 01**

PRIMJENA ČELIKA U GRAĐEVINARSTVU

- Čelik se kao noseći materijal primjenjuje za izgradnju:
mostova, zgrada visoke spratnosti, garaža, industrijskih hala, hangara, izložbenih i sportskih dvorana, stadiona, rezervoara, silosa, vodotornjeva, antenskih stubova, stubova dalekovoda, dimnjaka, ustava, off shore platformi, vjetrenjača...
- Na sljedećim slajdovima prikazuje se nekoliko poznatih objekata izgrađenih sa čelikom kao osnovnim nosećim konstruktivnim materijalom.

Ajfelova kula, najčuvenije djelo Gustave Eiffel-a urađena u periodu od 1887.-1889., 301 m visoka kula izrađena u čast Evropske izložbe koja je održana u Parizu.

Eiffel Tower, Paris, France



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I

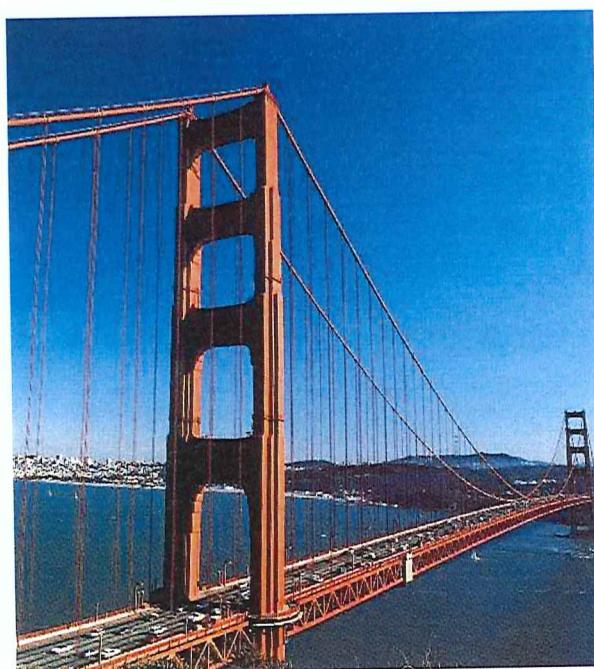
PREDAVANJE 01



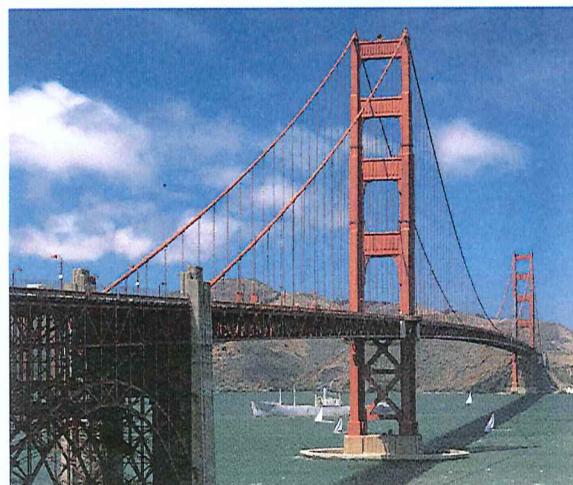
CONSTRUCTION DE LA TOUR EIFFEL. 1887-1889

Most Golden Gate. Vjerovatno najčuveniji most svih vremena, sa rasponom od 1282 m i pilonima visokim 227 m nalazi se na ulazu u San Francisko zaliv. Građen je u periodu 1933.-1937., po projektu inžinjera Joseph B. Strauss-a.

Golden Gate Bridge, San Francisko, USA

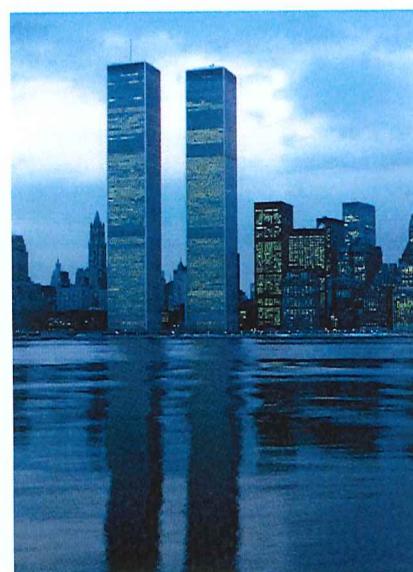


ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01



Dva, na žalost po katastrofi, čuvena nebodera. Srušeni 11. Septembra 2001.g. Visina kula je 417 m. Završene su 1972. i 1973. godine. Kada su izgrađene bile su najviše zgrade na svijetu.

World Trade Centar (Twins Towers), New York, USA

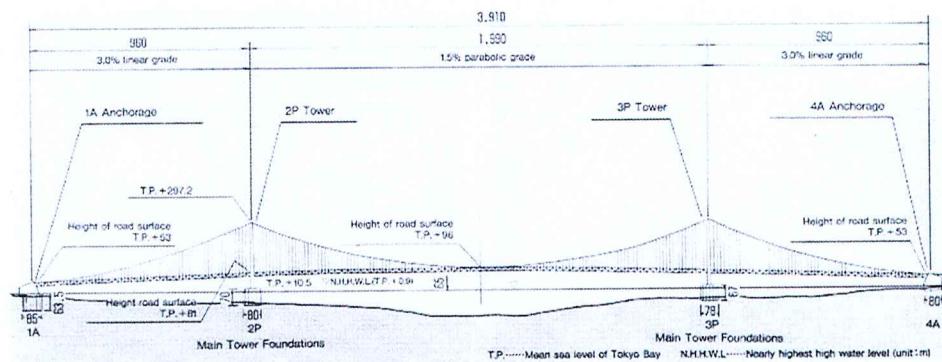
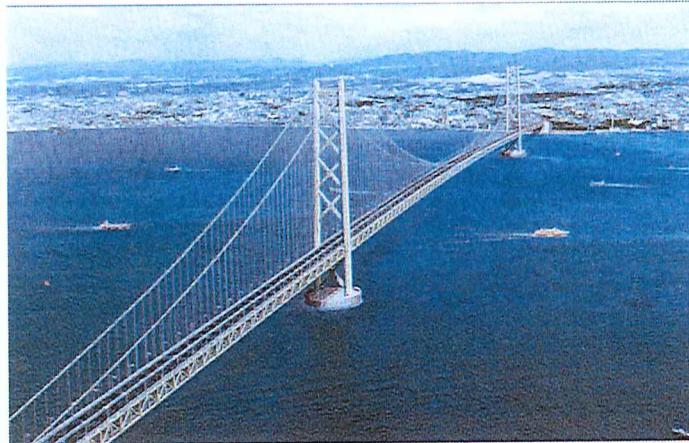


ČELIČNE KONSTRUKCIJE I

PREDAVANJE 01

Akashi-Kaikyo Bridge, Kobe, Japan. Ukupna dužina mosta 3910 m. Raspon između pilona 1990 m, sa širinom kolovoza od 35.5 m i pilonima visokim 297.2 m. Konstrukcija sva u čeliku. Danas drži svjetski rekord u pogledu raspona. Građen je u periodu 1988.-1998.

Akashi-Kaikyo Bridge, Cobe, Japan



Great Belt East Bridge. Dio 18 km dugog spoja između dva najveća danska ostrva Zealand i Funen premošćuje kanal Great Belt. Kada je pušten u saobraćaj 1996., sa rasponom između pilona od 1624 m, bio je svjetski rekord u rasponu. Danas je most sa najvećim rasponom u Evropi. Kuriozitet je da su piloni visine 254 m najviše tačke u cijeloj Danskoj.

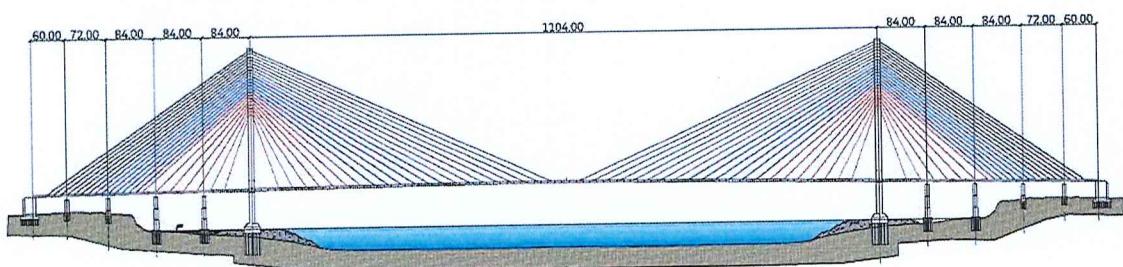
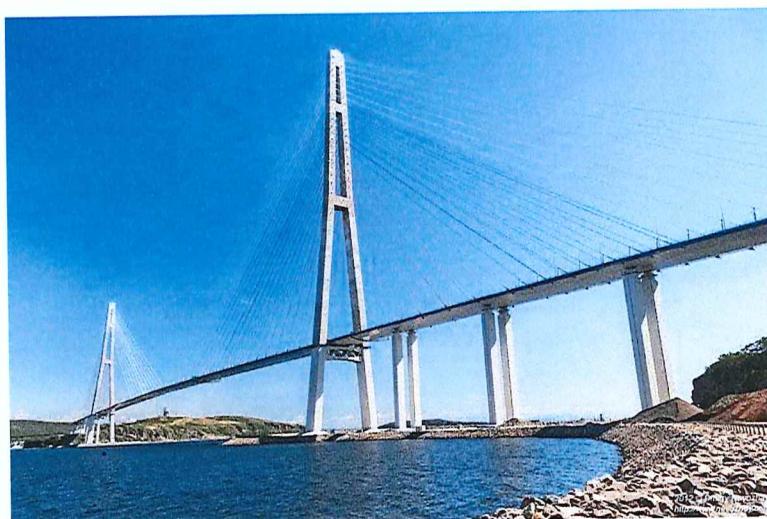
Great Belt East Bridge, Danmark



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

Russky Bridge. Nalazi se u Vladivostoku, Primorsky Krai, Rusija. Najduži most sa kosim kablovima na svijetu. Centralni raspon između pilona je 1,104 m. Visina pilona 321 m (drugi najviši piloni na svijetu, poslije Millau vijadukta u Francuskoj). Ukupna dužina mosta je 3,100 m i širina 29.5 m. Pušten je u saobraćaj 2012.g.

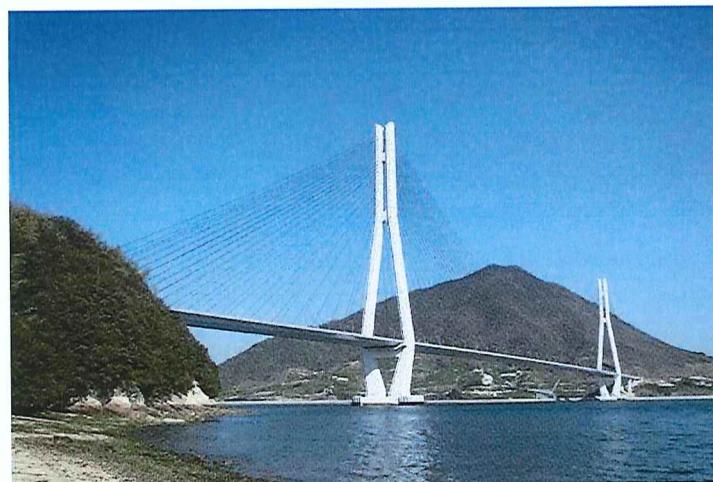
Russky Bridge, Vladivostok, Russia



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

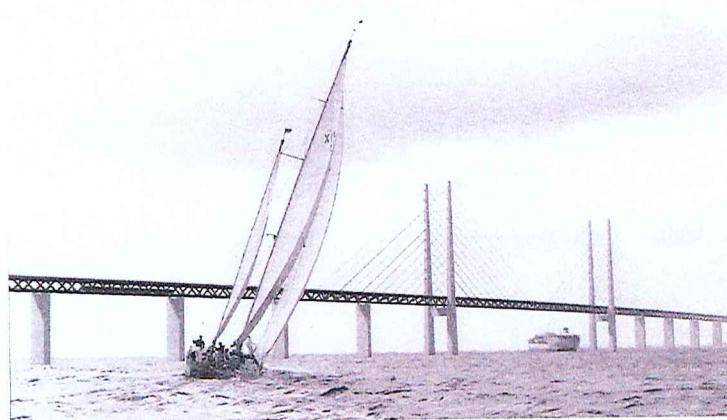
Tatara Bridge, Hirošima, Japan. Od 1999. do 2008. g. najveći most sa kosim kablovima, raspon 890 m i pilonima visokim 226 m. Sva konstrukcija je u čeliku.

Tatara Bridge, Hiroshima, Japan



Most sa kosim kablovima na Oresund Link-u, objektu koji povezuje Švedsku i Dansku.

Oresund Link, Denmark-Sweden

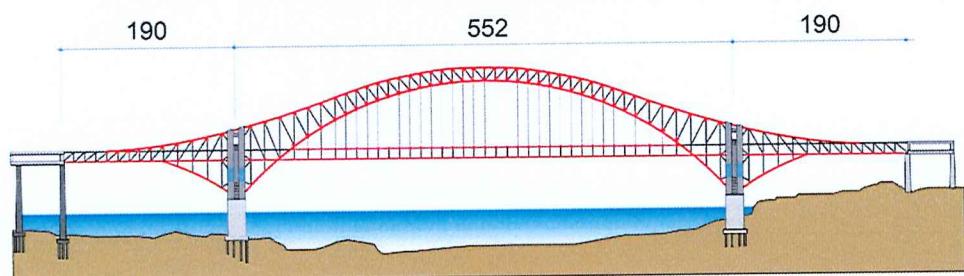


ČELIČNE KONSTRUKCIJE I

PREDAVANJE 01

Chaotianmen Changjiang Bridge, Nan'an u Kini, ukupne dužine 1.741 m. Raspon luka 552 m i visina 142 m. Premošćuje rijeku Jangce. Završen je 2009.g. Danas ima najveći raspon luka na svijetu.

Chaotianmen Bridge, Nanan, China



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

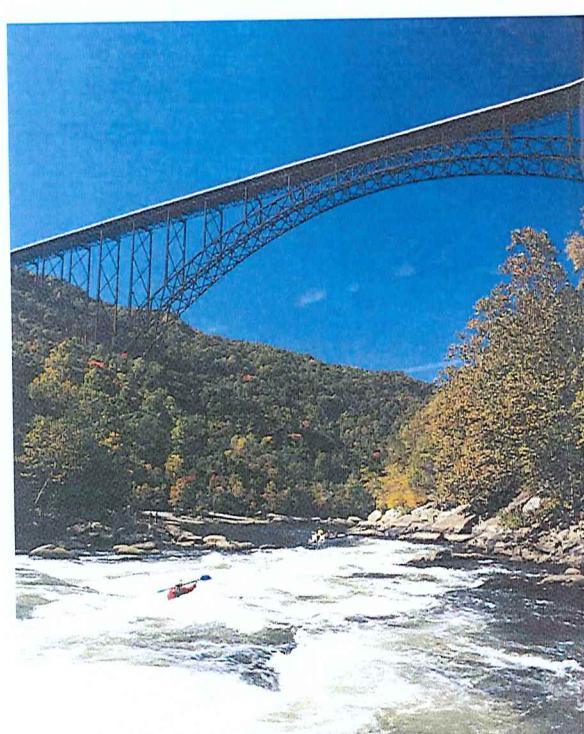
Lupu Arch Bridge. Lučni most sa rasponom luka od 550 m. Nalazi se u Šangaju, Kina. Završen 2003.

Lupu Arch Bridge, Shanghai, China



New River Gorge Bridge završen 1978 u West Virginia, raspon 518 m, uzdiže se 267 m iznad rijeke.

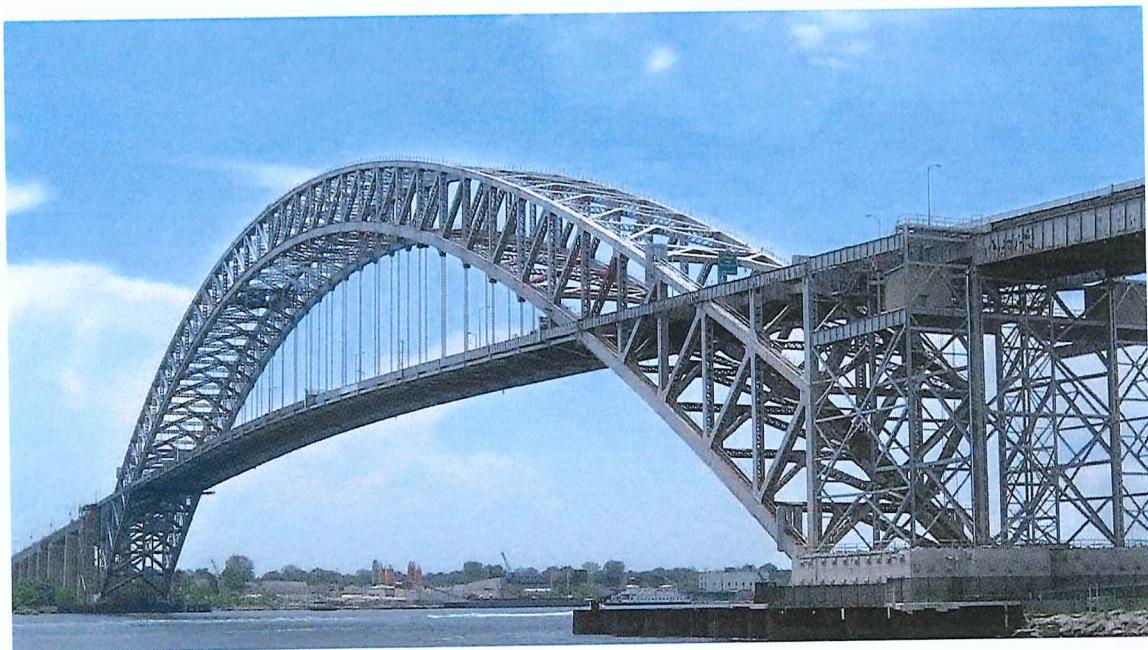
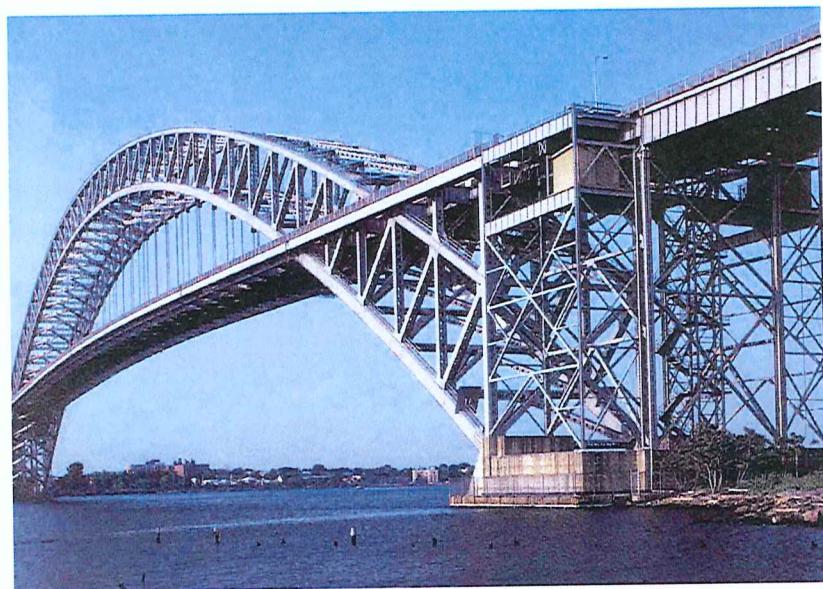
New River Gorge Bridge, Fayetteville, West Virginia, USA



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

Bayonne (Bejon) Bridge, građen od 1928 do 1931, pod rukovodstvom čuvenog inžinjera Othmar Ammann-a. Povezuje Bayonne (New Jersey) i Staten Island (New York). Dugo godina svjetski rekord u rasponu među lučnim mostovima. I danas je na visokom četvrtom mjestu sa 510.5 m raspona.

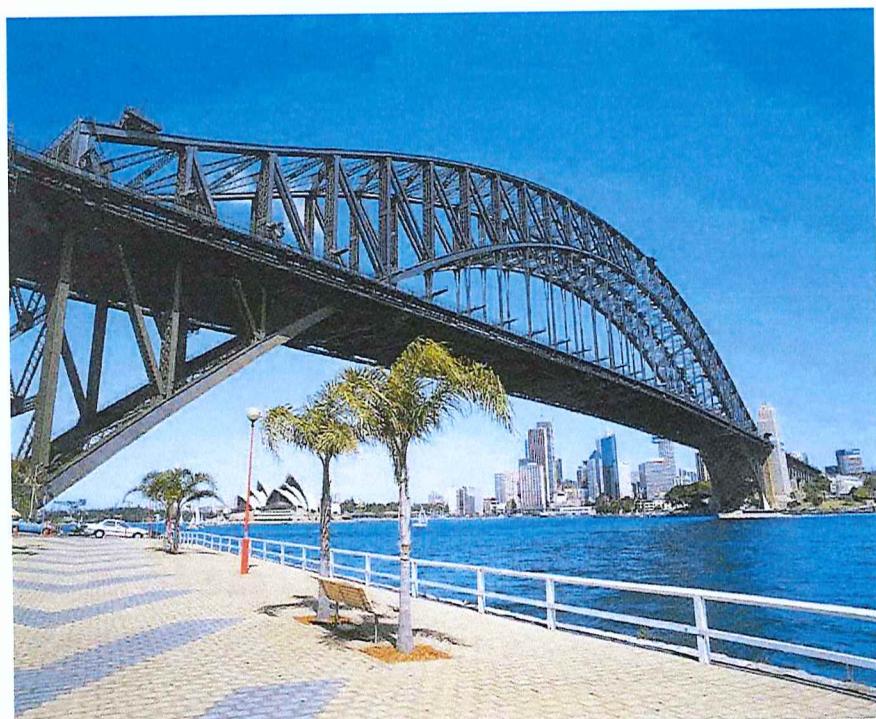
Bayonne Bridge, New Jersey, USA



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

Ulaz u Sidney-sku luku sa jednim od najpoznatijih lučnih mostova na svijetu i pogledom na krovove čuvene Sidney Opera House. Građen je od 1923. do 1932. godine. Raspon luka je 502 m.

Sidney Harbor Bridge, Sidney, Australia

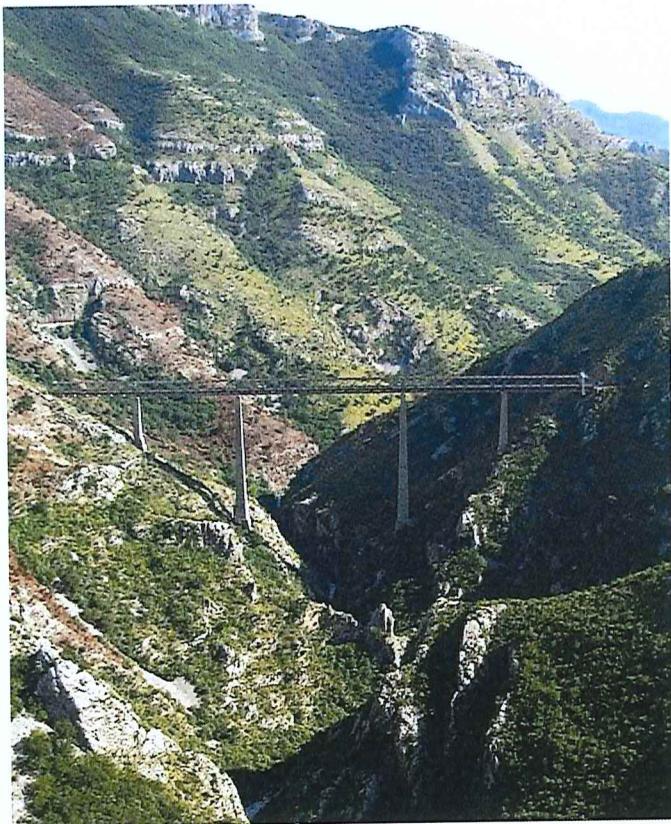


Željeznički most na Maloj Rijeci na pruzi Beograd-Bar. Dužina mosta je 500 m, a niveleta se nalazi 200 m iznad nivoa rijeke. Dugo godina najviši most na svijetu. Građen je u periodu od 1968. do 1973. godine.

Most na Maloj Rijeci, Crna Gora



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01



30 St Mary Axe ili Londonski obelisk, zgrada visoka 180 m, 41 sprat, urađena od 2000-2004, po projektu Normana Fostera.

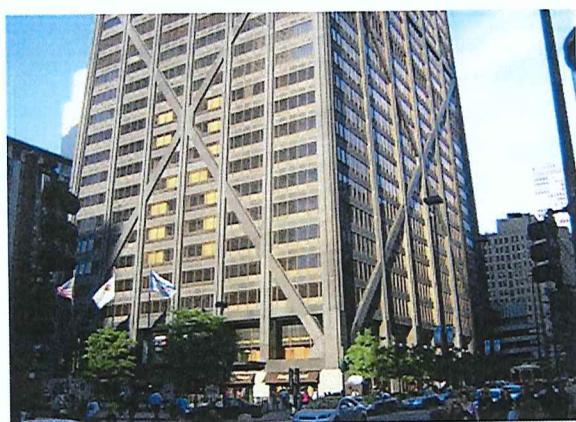
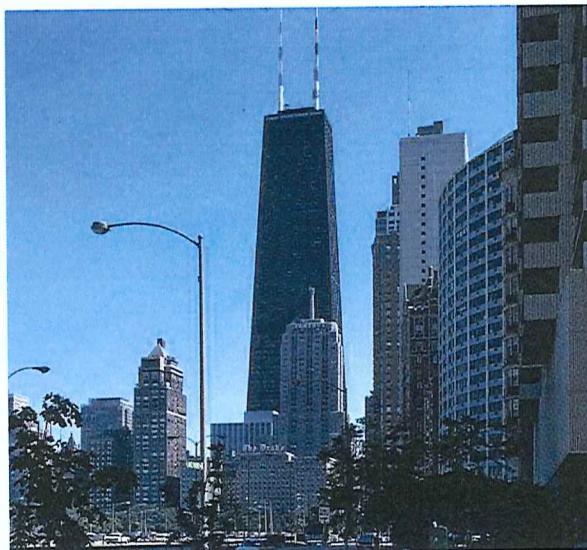
30 St Mary Axe, London, England



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

John Hancock Centar u Chicagu, završen 1970. godine, 100 spratova i 344 m visine.

John Hancock, Chikago, USA



Willis (bivša Sears) Tower, Chikago, SAD, svojevremeno najveća zgrada na svijetu (443 m, sa antenom 520 m), 109 spratova, završena 1974.

Willis Tower, Chikago, USA



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

Petronas Twins Towers, Kuala Lumpur, Malasya. 387 m.



Taipei, Taiwan, rađena od 2003-2004, 101 sprat, 448 m visina krova i 508 m vrh. Do 2010. najviša zgrada na svijetu.

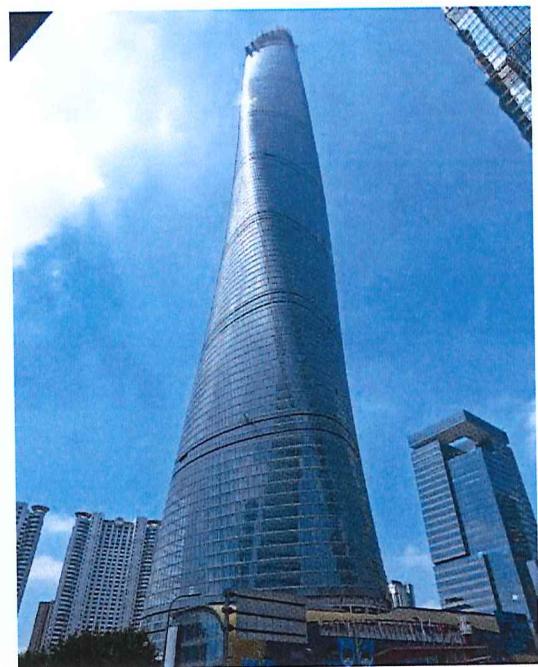
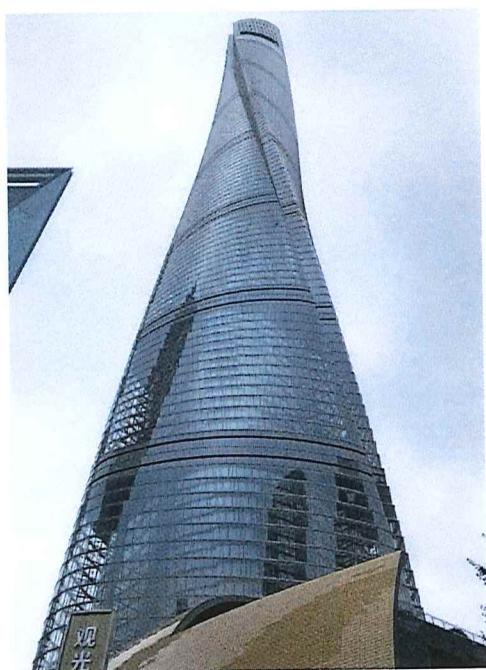
Taipei 101, Taipei, Taiwan



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

Shanghai tower je 632 m visok neboder, sa 128 spratova. Danas je druga najviša zgrada na svijetu. U osnovi se uvrće prema vrhu za 120°. Građena je od 2009. do 2015. godine. Urađena je kao spregnuta konstrukcija sa kombinacijom armirano betonskog jezgra i čelične konstrukcije.

Shanghai tower, Shanghai, China



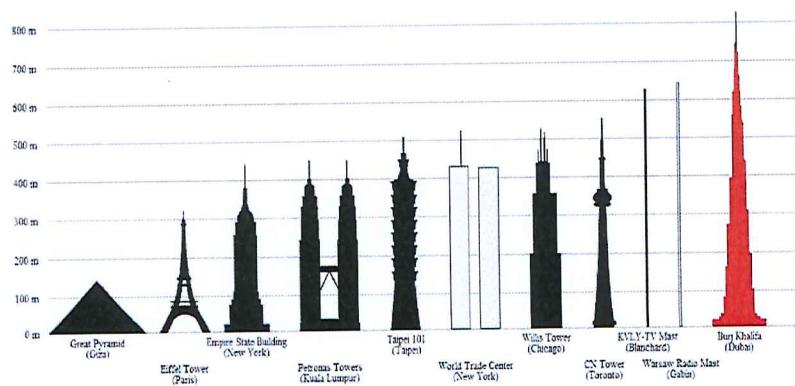
ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

Burj Khalifa u Dubai-u, Ujedinjeni Arapski Emirati, je danas najviša zgrada na svijetu. Visina vrha zgrade je 829,8 m, sa 163 sprata. Građena od 2004. do 2009. godine, a zvanično je otvorena januara 2010. godine. Urađena je kao spregnuta konstrukcija sa kombinacijom armirano betonskog jezgra i čelične konstrukcije. Izgradnja je koštala 1,5 milijardi dolara.

Burj Khalifa, Dubai, UAE



Poznate građevine poredane po absolutnoj visini



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01

Millenium Dome, London. Impozantna šatorska konstrukcija prečnika 400 m, koja pokriva 80 000 m² (16 fudbalskih terena), urađena je za potrebe Milenijumske izložbe 2000. g. u Londonu.

Millenium Dome, London, England



Stade de France. Remek djelo modernog konstrukterstva i arhitekture. Pokriva 62 000 m².

Stade de France, Paris, France

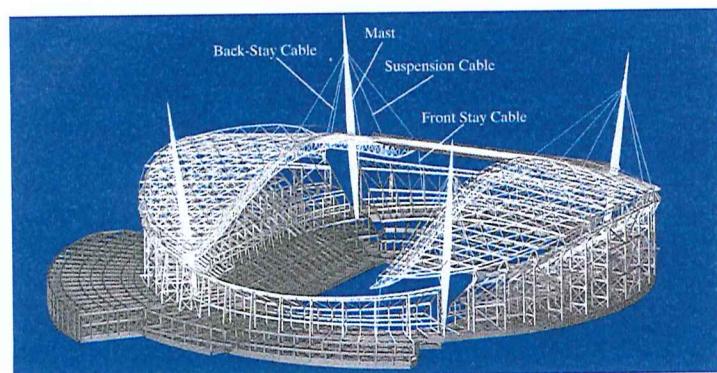


ČELIČNE KONSTRUKCIJE I PREDAVANJE 01



Toyota Stadion, Toyota Sity, Japan. Urađen u čast 50 godišnjice osnivanja grada.
Pokriva 40 000 m².

Toyota Stadion, Toyota Sity, Japan



ČELIČNE KONSTRUKCIJE I

PREDAVANJE 01

Željeznička stanica, Holandija



Vjetrenjača, Njemačka. Konstrukcija visoka 117 m sa generatorom na vrhu teškim 63 t i elisom raspona 32 m.

Vjetrenjača i dalekovodni stub, Njemačka

