

UVOD U GRADITELJSTVO 16. PREDAVANJE

OSOBITI DOMETI U GRADITELJSTVU



16. OSOBITI DOMETI U GRADITELJSTVU

- Vrednovanje graditeljskih ostvarenja
 - Vrednovanje u okvirima vremena
 - Vrednovanje u okvirima estetike
 - Vrednovanje u okvirima konstrukcijskih iskoraka
- Svjetska čuda
 - Svjetska čuda antičkog doba
 - Svjetska čuda srednjeg vijeka
 - Svjetska čuda 20. stoljeća
 - Svjetska čuda mostogradnje
- Veliki prijelazi

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

- Velika postignuća u današnjem graditeljstvu su individualni primjeri specifičnih poduhvata.
- Mnogo je više onih rutinskih i opetovanih struktura koje zahtijevaju istu razinu pristupa pri projektiranju kao i one nestandardne.
- Osim konstruktivnih u obzir se moraju uzeti i estetski i funkcionalni činitelji.
- U graditeljstvu mora osim želje za rušenjem rekordnih dimenzija postojati i želja za razvitkom **strukturalne umjetnosti**.



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

- Graditeljska ostvarenja mogu biti različite razine kvalitete.



- Donošenje odluke kakvo je neko graditeljsko ostvarenje mora proizlaziti iz čitavog niza parametara, a ne samo jednog koji je usko ograničen određenom granom struke.
- Ocjena objekta mora obuhvatiti:
 - vrijeme u kojem je taj objekt nastao
 - funkciju koju mora zadovoljiti
 - njegove estetske osobine
 - njegove konstrukcijske iskorake

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima vremena

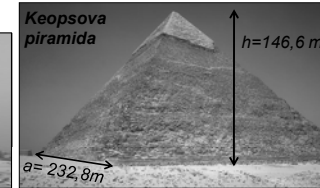
- Ako ćemo neku građevinu vrednovati isključivo prema njenim dimenzijama morali bi se odmah u početku ograničiti samo na posljednjih nekoliko desetljeća.
- Tada čitavo razdoblje ljudske povijesti odbacujemo kao da ne obiluje osobitim dometima.
- To svakako nije istina jer su u svakom razdoblju postojala ostvarenja koja su se odlikovala nekim iskoracima koji su za to razdoblje bili čak i veći nego većina današnjih.



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima vremena

- Građevine u obliku **piramida** koje su građene u Starom Egiptu se smatraju najvećim spomenikom i najspektakularnijim dostignućem te civilizacije.
- Služile su kao grobnice egipatskim faraonima (period Starog i Srednjeg egipatskog kraljevstva).

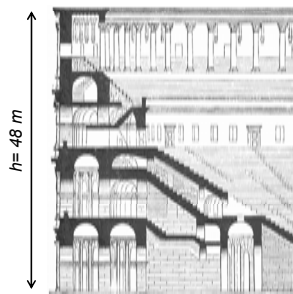
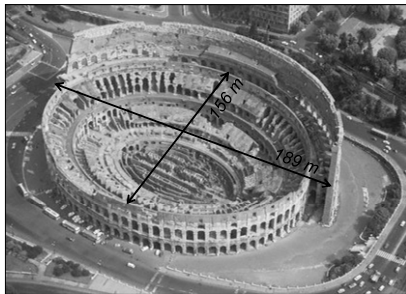


- Još danas se ne mogu potvrditi tehnike kojima su građene piramide, ali sigurno je da su se te tehnike razvijale kroz veliki broj pokušaja i pogreški, i kasnije su se prilagođavale ekonomskim iskustvima i ljudskim resursima u preko tisuću godina dugom razdoblju izgradnje piramida.

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima vremena

- Najpoznatija građevina Starog Rima je **Koloseum** u Rimu.
- Gradnja započeta 72. godine i trajala je 10-ak godina.

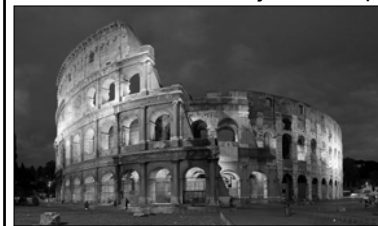


- Sagrađen u obliku velikog valjkastog tijela na eliptičnom tlocrtu, sa sjedištima koja se koso spuštaju prema borilištu.

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima vremena

- Zidni plašt gotovo je nestao u otvorima arkada koje ga u tri kata raščlanjuju i kroz koje su hodnici dobivali svjetlost i zrak, a bile su ukrašene cijelim skulpturama.

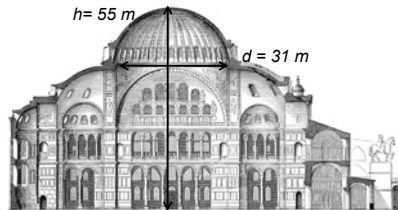


- Služio je brojnim spektaklima i imao je 50 000 mjesta za sjedenje i 10 000 mjesta za stajanje, pa čak i pokretni krov od platna, a u slučaju požara bi se ispraznio za 10 minuta, što su uvjeti kakvi se danas postavljaju pri projektiranju suvremenih stadiona.

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima vremena

- **Aja Sofija** u Istambulu je najveća crkva u Istočnom Rimskom carstvu, a kasnije prenamijenjena u džamiju i konačno u muzej.
- Njezini graditelji su bili matematičari Antemije iz Trala i Izidor iz Mileta.



- Izgrađena je od kamena i opeke, visoka 55 metara, promjer kupole iznosi joj 31 metar a sagrađena je za samo 5 godina.

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima vremena

- **Aja Sofija** je prva kupola na pandantivima (trokutasti segmenti konkavnih stranica kojima se veže na četiri golemo luka) koja je bila izgrađena do tog razmjera.
- Kupola je izgrađena jednim slojem opeke čime je stvorena tanka stjenka koja je minimalizirala težinu.
- Unutarnji pogled pokazuje 40 malenih polukružnih prozora u bazi kupole.
- Ovi prozori dopuštaju zrakama svjetlosti da ulaze u crkvu iz svih smjerova i u jednom trenutku nam se može učiniti kako kupola lebdi odvojena od crkve - težnja ka sve laganijim materijalima i danas predstavlja veliki izazov.



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima vremena

- Veliki iskorak u gradnji mostova definitivno predstavlja gradnja viseći čeličnih mostovi u Americi krajem 19. st.,
- Najpoznatiji je **most Brooklyn** u New Yorku.

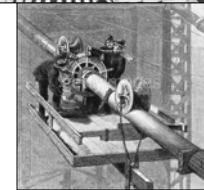


- Most, kada je izgrađen, je bio za 50% većeg raspona od svih do tada izgrađenih visećih mostova.
- To je bio prvi most sa glavnim nosivim užetom od čeličnih žica i najvećeg raspona od 486.3 m.

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima vremena

- Njegova gradnja je trajala 13 godina i odnijela je 27 ljudskih života, među kojim je bio i prvi graditelj mosta John A. Roebling.
- Gradnju mosta je nastavio njegov sin Washington Roebling, koji je ubrzo obolio od kesonske dekompresijske bolesti, a budući da je ostao vezan uz bolesnički krevet gradnju mosta je prema njegovim smjernicama vodila njegova žena Emily Warren.
- Most je dovršen 1883. i otvorio je put za dosezanje raspona do 2000 m pomoću čeličnih visećih mostova.



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima vremena

- **Hooverova brana** je betonska gravitacijsko-lučna brana u Crnom kanjonu rijeke Colorado.
- Izgrađena je u periodu od 1931. do 1936. i tako velika betonska konstrukcija nije bila nikada prije nje izgrađena.

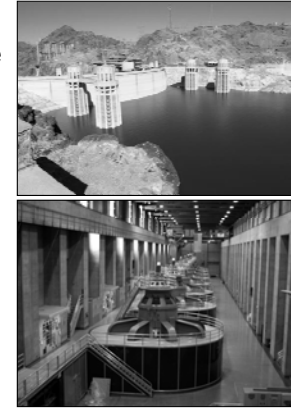


- Prilikom njezine gradnje je poginulo 112 radnika.
- Dugo vremena je držala rekord kao najvišočija, najveća i najsnažnija brana na svijetu.

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima vremena

- Sa svojih 17 generatora proizvodi struje kao dvije nuklearne elektrane i opskrbljuje tri savezne države strujom.
- Zahvaljujući njenoj gradnji ostvarilo se napajanje vodom gradova poput Las Vegasa i navodnjavanje plodne Californije.
- Smionost pri izgradnji ove brane je pokazala ostatku svijeta važnost proizvodnje energije i koliko jedno takvo energetska postrojenje može ekonomski pozitivno utjecati na čitavu regiju.



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

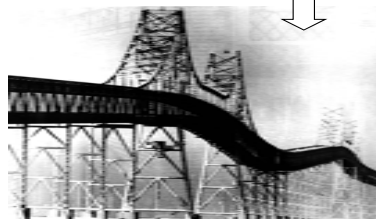
Vrednovanje u okvirima estetike

- najveći rasponi postižu se u današnje vrijeme pa će neki tvrditi da se tek sada dostižu najveća postignuća
- dimenzije ne smiju biti odlučujući faktor pri ocjeni nekog građevinskog djela

Most manjeg raspona velike strukturalne i estetske vrijednosti



Most velikih raspona kao očiti promašaj



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima estetike

- Pri gradnji svake građevine ćemo težiti da ona bude "lijepa".
- To se neće samo po sebi dogoditi.
- Ljepota ima svoje zakonitosti, valja ih znati i njima se koristiti.



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima estetike

- Pri gradnji mora postojati i težnja autora za oblikovnim i strukturalnim iskoracima.
- Estetska vrijednost proističe iz entuzijazma i želje za stvaranjem ljepote kao objektivne vrijednosti.



Most preko Korane u Slunju – remekdjelo strukturalne umjetnosti

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima estetike

- PROBLEM → nedostatak edukacije u području estetike
→ nedostatak interesa za vizualnu kvalitetu
- estetska vrijednost se ostvaruje oblikujući svaki strukturalni element građevine, a ne samo detalja
- svi sudionici procesa moraju shvatiti vrijednost ljepote – naručitelj, projektant, izvođači...



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima estetike

- U procesu gradnje se najčešće štedi u početnoj, konceptualnoj fazi što nije opravdano jer u konceptualnoj fazi utrošak 10% sredstava i vremena će uvjetovati 90% cijene i izgleda građevine.
- Citat Michel Virlogeux-a, poznatog mostograditelja: *"Skromnost mora ići prije kvalitete osim ako lokacija zahtjeva bilo kakvu vrstu estetske vrijednosti – tada mora postojati barem njen minimum."*



Maillartov most – originalni i spada u osobit domel strukturalne umjetnosti

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima estetike

- Važno je zapamtiti da građevina **nije samo njena konstrukcija** i da graditelji u svoja djela moraju utisnuti i estetski žar po kojem ona stječu obilježja strukturalne umjetnosti.
- U ovakvom shvaćanju javljaju se dvije suprotnosti:
 - Prva je da se zanemaruje estetska crta i prihvatljiv je samo proračunski optimum- montažna gradnja, nemirne i neuredne linije, ogoljene konstrukcije



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima estetike

- Važno je zapamtiti da građevina **nije samo njena konstrukcija** i da graditelji u svoja djela moraju utisnuti i estetski žar po kojem ona stječu obilježja strukturalne umjetnosti.
- U ovakvom shvaćanju javljaju se dvije suprotnosti:
 - Druga suprotnost je da pretjerani angažman arhitekata u projektiranju rezultira zanemarivanjem konstrukcije i rađanjem čudnih besmislenih struktura.



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima estetike

- Važno je napomenuti da originalne strukture zahtijevaju nove oblike i materijale.



*Most od polimera armiranog
karbonskim vlaknima*



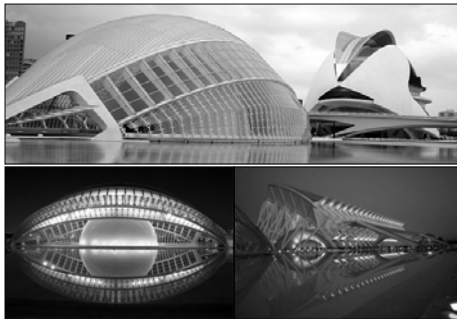
*Most sa kolničkom konstrukcijom od
polimera armiranog staklenim vlaknima*

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima estetike

Uspješna ostvarenja strukturalne umjetnosti proizlaze iz:

- pomne i detaljne konstrukcijske analize,
- oblikovne brige,
- savjetovanja sa stručnjacima

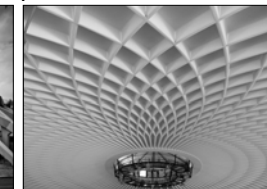


*Grad umjetnosti i
znanosti u
Valenciji je primjer
suvremenog djela
strukturalne
umjetnosti*

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima estetike

- Tek mali broj građevina može se smatrati djelima strukturalne umjetnosti.
- Nastajanje takvih građevina posljedica je rada iznimnih ljudi, graditelja ispred svoga vremena sa iznimnim osjećajem za ljepotu, oblikovanje i hrabrosti da se odupru pritiscima i konvencijama koje nameće društvo.
- Često su djela strukturalne umjetnosti prihvaćena i hvaljena od strane arhitekta, ali kod inženjera prihvaćena s rezervom.



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima estetike

- Osim u oblikovanju velikih struktura, kakvi su primjerice mostovi, estetski pristup je vrlo bitan i kod svih drugih građevina (npr. cesta).
- Dobro vođena trasa ceste, dobro uklopljena u okoliš s uređenim okolišem može biti iznimno estetski uspješno



Dva primjera iznimno uspješnog estetskog uklapanja prometnica u okoliš

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

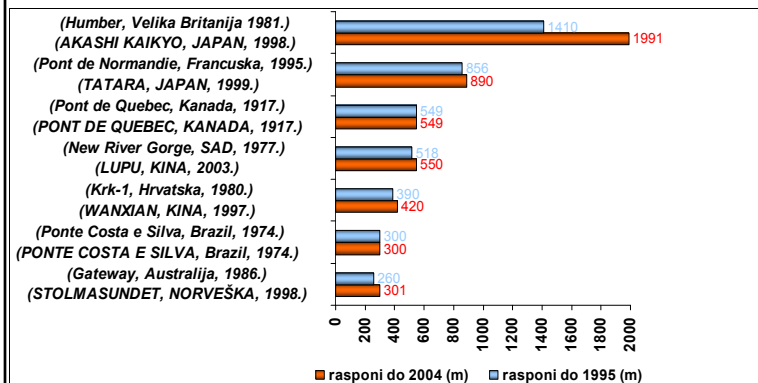
Vrednovanje u okvirima konstrukcijskih dometa

- Nadmetanje graditelja kako bi upravo njihovo djelo bilo uvršteno u tablice rekordnih ostvarenja nerijetko rezultira iznimnim ostvarenjima koja svakako zaslužuju našu pažnju, ali samo tada kada to nije jedini razlog njihove izvedbe.
- Povećanje raspona konstrukcija ostvaruje se nakon što se za to prethodno stvore dobro razrađeni koncepti koji uključuju:
 - razvoj novih materijala
 - postojanje adekvatnog zadatka
 - adekvatna tehnička i tehnološka rješenja
 - odgovarajuća ekonomska snaga

16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima konstrukcijskih dometa

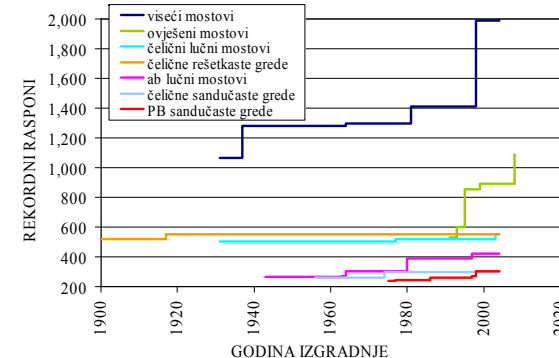
- Konstrukcijski iskoraci su najvidljiviji u području mostogradnje, koju možemo nazvati vrhuncem građevinske struke.



16.1 Vrednovanje graditeljskih ostvarenja

Vrednovanje u okvirima konstrukcijskih dometa

- Vrtoglavi razvitak ove grane graditeljstva i impresivan porast u veličini savladanog raspona u posljednjih stotinjak godina je vidljiv na sljedećoj slici.



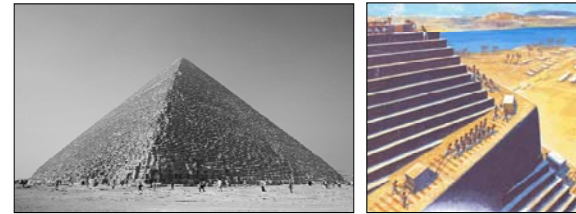
16.2 Svjetska čuda

- Iznimno i osobito veliki graditeljski pothvati doista predstavljaju svjetska čuda.
- Tako su ih ljudi općenito svrstavali u sedam svjetskih čuda kroz različite epohe civilizacije.
- Svaki odabir ima i dozu subjektivnosti, tako da bi se uz predstavljena svjetska čuda, posebice suvremena, sigurno mogla uvrstiti još neka, ali je jedno zajedničko svim građevinama, a to je da su svojom gradnjom i postojanjem impresionirala veliki broj ljudi.

16.2.1 Svjetska čuda antičkog doba

Keopsova piramida u Gizi

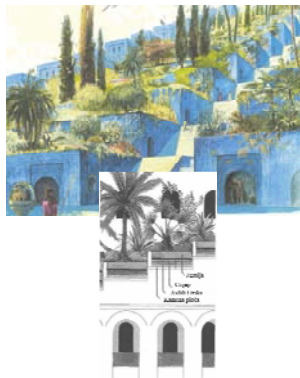
- Bila je grobnica faraona Keopsa koji je vladao u razdoblju od 2589. do 2566.g.pr.Kr.
- Za gradnju piramide koja je trajala 20 godina je angažirao ukupno 100000 ljudi. Gradnju je vodio graditelj Hemiunu za kojeg je poznato da je bio faraonov nećak.
- Početna visina piramide je bila 145 m no tijekom vremena se slegla pa joj sada visina iznosi 138 m.



16.2.1 Svjetska čuda antičkog doba

Viseći babilonski vrtovi

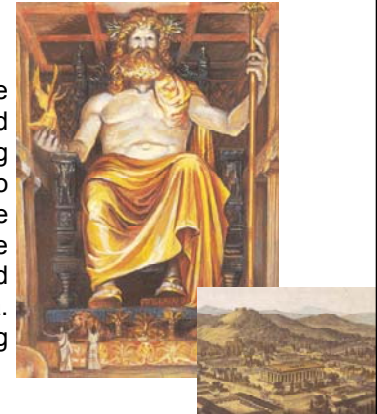
- Viseće babilonske vrtove je prema jednim navodima vjerojatno dao sagraditi vladar Nabukodonosor II negdje oko 600.g.pr.Kr., a prema drugim navodima mitološka asirska kraljica Semiramida.
- Vrtovi su bili zasađeni na stepenastoj piramidi s 4 stepenice, sastavljene od masivnih stupova koji su podupirali svodove od opeke, povrh kojih su formirane etaže od kamenih ploča nad kojima je bio izveden sloj od asfalta i trske te crjepova na vrhu. Na crjepove je postavljen debeo sloj zamlje za vrtove u kojim su se sadile razne kulture pa čak i male šume.



16.2.1 Svjetska čuda antičkog doba

Zeusov kip u Olimpiji

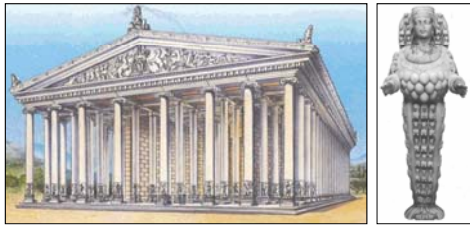
- Najpoznatiji i najveličanstveniji Zeusov kip u antičkoj grčkoj se nalazio u Zeusovu hramu u antičkom svetištu Olimpiji, poznatoj po olimpijskim igrama.
- Kip je bio visok 13 m, djelo je kipara Fidije i sastojao se od drvenog kostura sastavljenog od greda na koje se postavljalo izrezbareno drvo koje je opisivalo figuru Zeusa. Kip je obložen pločicama od slonovače i zlatnim pločicama. Oči kipa su bile od dragog kamena.



16.2.1 Svjetska čuda antičkog doba

Artemidin hram u Efezu

- Efez je svojedobno bio drugi grad po veličini na svijetu. Iako nema sigurnih arheoloških dokaza postoje naznake da su na tom mjestu kroz povijest bila građena 3 hrama.
- U antičkim spisima se drugi hram spominje kao svjetsko čudo.
- Bio je to prvi grčki hram od mramora i izgrađen u jonskom stilu impresivnih izmjera širine 180 m, dužine 377 m i visine stupova 40 m raspoređenih u dva reda po obodu hrama.



16.2.1 Svjetska čuda antičkog doba

Mauzolej u Halikarnasu

- Grad Halikarnas u Maloj Aziji na obali Egejskog mora je bio središte provincije Karije u kojoj je od 377. do 353.g.pr.Kr. vladao kralj Mauzol.
- Gradnja mauzoleja je bila vođena od strane graditelja Piteja i Satira, a trajala je punih 10 godina i tokom te gradnje umro je kralj Mauzolej.
- U 15.st. je mauzolej značajno oštetio potres, a od kamena od kojeg je bio sazdan na njegovu mjestu izgrađena je tvrđava.



16.2.1 Svjetska čuda antičkog doba

Kolos s Rodosa

- Nakon pobjede nad Makedoncima koji su ih opsjedali u 4 st.pr.Kr. stanovnici otočne države Rodosa su odlučili sagraditi gorostasni kip Rodosa tj. boga sunca Helija.
- Kip je bio brončana skulptura visoka 35 m s bakljom u ruci i nalazila se na kamenim postoljima na istočnom rtu luke. Gradnju golemog kipa je osmislio i sproveo u djelo kipar Har. On je vodio stotinjak radnika kroz dugih 12 godina koliko je trebalo da se kip izgradi.
- Kip se održao 50 godina kada ga je u more srušio jak potres.



16.2.1 Svjetska čuda antičkog doba

Aleksandrijski svjetionik na otoku Farosu

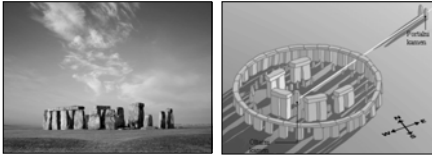
- Poznati aleksandrijski svjetionik se nalazio na otočiću Farosu koji je 285.g.pr.Kr. spojen s kopnom nasipom od kamena i zemlje čime je luka grada Aleksandrije udvostručena.
- Svjetionik je po visini bio podijeljen na 3 cjeline. Prvi dio je bio kvadratnog tlocrta, a srednji osmerokutnog tlocrta. Prva dva dijela su bila izvedena iz vapnenačkih blokova. Najviši dio se sastojao od granitnih stupova koji su podupirali kupolu ispod koje je gorjela vatra čije je svjetlo bilo reflektirano zrcalima. Ukupna svjetionika prema raznim izvorima varira od 120 do 140m.



16.2.2 Svjetska čuda srednjeg vijeka

Stonehenge

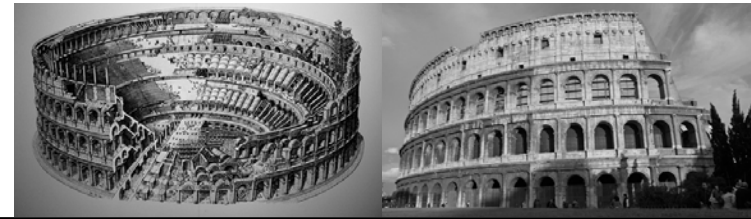
- Stonehenge je kromleh koji je izgrađen u nekoliko etapa u neolitik i brončanom dobu na jugozapadu Engleske.
- Prvotno je smatrano da su ga gradili Druidi ili Rimljani, ali je ustanovljeno da je mnogo stariji i da je djelo neolitskih naroda koji su bili štovatelji Sunca.
- Dokazano je da je građen u 3 faze. U prvoj je izveden kružni jarak, u drugoj su u jarak postavljeni drveni stupovi, a trećoj fazi je postavljeno 30-ak kamenih stupova povezanih kamenim gredama nad njima u formi kruga polumjera 16.5 m



16.2.2 Svjetska čuda srednjeg vijeka

Koloseum u Rimu

- Najpoznatiji amfiteatar na svijetu je rimski Koloseum. Njegovu gradnju u samom središtu Rima je započeo potaknut populističkim razlozima car Vespazijan oko 72.g. Gradnja Koloseuma je trajala 10 godina i dovršena je za vladavine cara Domicijana, Vespazijanovog sina.
- Vanjskim oblikom amfiteatar je valjkasto tijelo eliptičnog tlocrta perforirano arkadama i građeno je u sva tri antička stila (dorski, jonski i korintski) odozdo prema gore prema redu nastajanja.



16.2.2 Svjetska čuda srednjeg vijeka

Katakombe Kom el Shoqafa u Aleksandriji

- U gradu Aleksandriji se nalazi povijesna nekropola tj. katakombe koje se sastoje od niza ukopanih podzemnih stepenica, hodnika i grobnica ispunjenih kipovima i predmetima koji su u helenističko doba služili za pogrebne obrede.
- Pretpostavlja se da su u konačnoj formi katakombe izgrađene u 2.st. za Antoninske dinastije jer su tada prema zapisima izvedene kružne stepenice koje su služile za unos pokojnika u podzemne grobnice.



16.2.2 Svjetska čuda srednjeg vijeka

Kineski zid

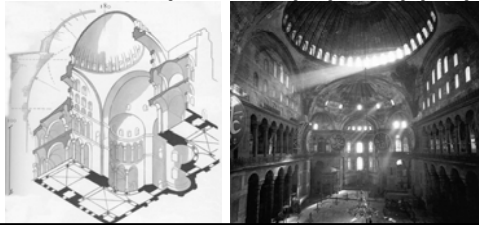
- Kineski zid je zbog svojeg enormnog volumena i mase najveća građevina svijeta. On se sastoji od brojnih međusobno povezanih i nepovezanih zidova s kulama na sjevernom dijelu Kine.
- Prvi dijelovi zida su bili od gline pomiješane sa slamom i nastali su u 5.st.pr.Kr. U 2.st.pr.Kr. zid je pak građen od kamenih ploča zbog nedostatka gline. Zid je prosječne širine od 5 do 8 m i prosječne visine 16 m. Kineski zid sačinjavaju zidovi čija ukupna duljina iznosi 8851 km, 25000 kula i 15000 tornjeva za komuniciranje signalima.



16.2.2 Svjetska čuda srednjeg vijeka

Aja Sofija

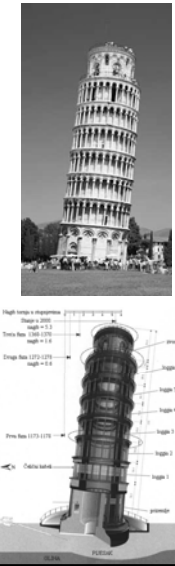
- Aja Sofija u Istanbulu je bila najveća crkva Bizantskog carstva i predstavlja remek djelo bizantskog graditeljstva.
- Sagrađena je u samo pet godina od 532. do 537.g., a gradnju su vodili matematičari Antemije iz Trala i Izidor iz Mileta. Građena je od kamena i opeke, a najimpresivnija je njezina kupola promjera 31 m oslonjena na pandative (sferne trokute preko kojih se oslanja na lukove) izvedena od jednog sloja opeke i perforirana prozorima na mjestu oslanjanja što joj daje dojam lebđenja.



16.2.2 Svjetska čuda srednjeg vijeka

Kosi toranj u Pisi

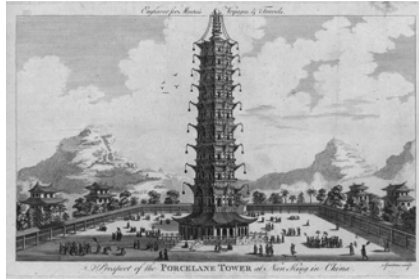
- Kosi toranj u Pisi je u biti zvonik romaničke katedrale u gradu Pisa na ušću rijeke Arno u Italiji.
- U prvoj fazi gradnje tornja se stiglo do trećeg kata tornja i došlo je do popuštanja tla i gradnja je zaustavljena. Kasnije su izgrađena još tri kata. Posljednji kat gdje je smješteno zvono građen je krajem 14.st. Toranj je valjkastog oblika i visok je 56 m. Promjer u osnovici iznosi 16 m, a debljina zidova se smanjuje odozdo prema gore s 4 m na 2.5 m. Vrh mu je nagnut 4 m u odnosu na temelje. Naginjanje tornja se odvijalo u par faza i par smjerova, a u konačnici je zaustavljeno 2001.g.



16.2.2 Svjetska čuda srednjeg vijeka

Porculanski toranj u Nanjingu

- Pagoda u Nanjingu poznata kao Porculanski toranj bila je izgrađena za dinastije Ming u 15.st.
- Toranj visine 79 m je imao 9 katova povezanih kružnim stubištem u središtu, a tlocrtni obris mu je bio osmerokutan. Toranj je bio građen od porculanskih opeka čija je završna glazura bila bojana i ukrašavana raznim budističkim motivima. Pokrov je bio od zlata.
- Toranj je u potpunosti srušen u 19.st.



16.2.3 Svjetska čuda 20. stoljeća

Panamski kanal

- Gradnja 82 km dugog umjetnog plovnog puta koji spaja Atlantik i Pacifik poznatog kao Panamski kanal smatra se najvećim i najtežim ikad napravljenim graditeljskim pothvatom.
- Kanal se sastoji od 17 umjetno stvorenih jezera, umjetnih plovnih kanala i 3 kompleta prevodnica dužine 300 m i širine 33 m. Visinska razlika koju brodovi savladaju prolaskom kroz Panamski kanal je 28 m. Kroz prevodnice brodove vuču električne lokomotive. Godišnji promet kroz kanal je 14000 brodova.



16.2.3 Svjetska čuda 20. stoljeća

Radovi Zuiderzee i projekt Delta u Nizozemskoj

- Nizozemsko južno more Zuiderzee je plitki morski zaljev koji duboko prodire u nizozemski teritorij. Još su se u 17.st. pojavile prve ideje o njegovom pregrađivanju od mora i pretvaranju u slatkovodno jezero. Ipak s radovima Zuiderzee se počelo tek 1924.g.
- Zaljev Zuiderzee je zatvoren nasipom dugim 32 km, 90 m širokim i 7.5 visokim iznad razine mora 1932.g. U zatvorenom zaljevu su zatim izgrađena 4 poldera površina 200 km², 480 km², 540 km², i 430 km² koji su uglavnom namijeni poljoprivredi. Na radovima Zuiderzee je radilo 5000 radnika, a formalno su završeni 1975.g.



16.2.3 Svjetska čuda 20. stoljeća

Radovi Zuiderzee i projekt Delta u Nizozemskoj

- Projekt Delta možemo opisati kao veliki skup vodnogospodarskih gradnji složenih od nasipa, pregrada, brana i ustava kojima se štiti područje nizozemske obale na delti rijeka Rajne, Meusea, i Scheldta gdje živi 4 milijuna ljudi.
- Ukupan broj vodnogospodarskih građevina je 21, a ukupna duljina nasipa koji graniče se morem je 3000 km i 10000 km unutrašnjih nasipa. Delta projekt je formalno zaključen 2010.g.



16.2.3 Svjetska čuda 20. stoljeća

Empire State Building

- Najslavniji neboder grada New Yorka je definitivno Empire State Building koji je sa svojih 443,2 m punih 40 godina bio najviši neboder svijeta.
- Gradnja je počela 1930.g. i završena je u rekordnih 410 dana zbog dostizanja prestiža u utrci u gradnji s ostalim visokim neboderima New Yorka koji su se gradili u isto vrijeme.
- Neboder ima 102 kata i njegova ukupna tlocrtna površina iznosi 257211 m². Nosiva čelična konstrukcija nebodera je teška 57000 tona.



16.2.3 Svjetska čuda 20. stoljeća

Most Golden Gate

- Most preko tjesnaca Golden Gate u gradu San Franciscu na obali Pacifika u S.A.D.-u. Početkom 20.st. mnogi su smatrali da je na tome 2 km širokome tjesnacu nemoguće izgraditi most zbog jakih vjetrova i morskih struja te guste magle.
- Taj viseći most je u potpunosti izgrađen od čelika, a glavni raspon mu iznosi tada rekordnih 1280 m, dok je ukupna duljina mosta 2737 m. Piloni koji podupiru viseću nosivu užad su visoki 227 m.



16.2.3 Svjetska čuda 20. stoljeća

CN toranj

- U središtu grada Toronta u Kanadi se nalazi 553,3 m visok CN toranj namijenjen za komunikacijske i turističke svrhe.
- Toranj je bio pune 34 godine najviša samostojeća građevina svijeta. Prvotno je potaknut zbog komunikacijskih potreba, a njegova visina je rezultat visokih okolnih zgrada koje je trebao nadmašiti za nesmetano odašiljanje signala.
- Glavni dio tornja čini šesterokutni armiranobetonski stup koji se sužuje do visine od 457 m i u kojega je ugrađeno 40500 m³ betona. Povrh toga je helikopterom montirana čelična antena.



16.2.3 Svjetska čuda 20. stoljeća

Brana i hidroelektrana Itaipu

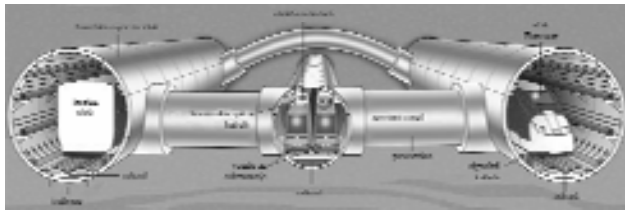
- Na granici južnoameričkih zemalja Brazila i Paragvaja na rijeci Parani nalazi se brana i hidroelektrana Itaipu, koja je na prvom mjestu u godišnjoj proizvodnji električne energije na svijetu.
- Čitava brana je sastavljena od glavne armiranobetonske gravitacijske brane i nasute brane dijelom građene od nasutog kamena a dijelom od nasute zemlje. Tako ukupna duljina brane iznosi 7760 m, a najviša je na mjestu armiranobetonskog dijela s 196 m visine.



16.2.3 Svjetska čuda 20. stoljeća

Eurotunel ispod La Manchea

- Tunel je prokopan u sloju metamornih stijena mramora debljine 25 do 30 m ispod morskog dna koji se pokazao kao najpovoljniji sloj zbog vodonepropusnosti i stabilnosti iskopa.
- Tunel ispod La Manchea se sastoji od dvije odvojene tunelske cijevi promjera 7,6 m međusobno razmaknutih 30 m i servisnog tunela između njih s kojim su povezane poprečnim tunelskim cijevima na svakih 375 m. Ukupna duljina tunela iznosi 50,45 km, a najniža točka mu se nalazi na -70 m ispod morske razine.



16.2.4 Svjetska čuda mostogradnje

Most kopno – otok Krk

- Ukupan prijelaz od kopna do Krka duljine 1429,50 metara ostvaren je dvama lučnim mostovima. Da bi se omogućilo premoštenje 470 metara širokog kanala između kopna i otočića Sv. Marko betonskim lukom, temelji su luka, u obliku rašlji, položeni 20 – 30 metara od obale u more. Veći je luk raspona 390 m i strelice 60 m, dok je manji raspona 244 m i strelice 47,5 metara. Lukovi su sandučastog poprečnog presjeka s tri čelije.
- Radovi na mostu kopno – otok Krk trajali su nepune četiri godine (1976. – 1980.) što je također bio svojevrsni rekord za izvedbu tako zahtjevne građevine. Najsloženiji dio svakako je metoda konzolnog građenja lukova.



16.2.4 Svjetska čuda mostogradnje

Most Wanxian

- Most Wanxian preko rijeke Yangtze u Kini izveden 1998. godine ima luk mosta raspona 420 m koji je armiranobetonska konstrukcija s "krutom" armaturom.
- Kruta armatura je u prvoj fazi samonosiva prostorna rešetkasta čelična konstrukcija od čeličnih cijevi. Lučna rešetkasta konstrukcija građena je konzolnom metodom pomoću kablaskog kрана i privremenih pilona.
- Nakon izvedbe rešetkaste konstrukcije cijevi su ispunjene betonom, što je povećalo nosivost i krutost luka.



16.2.4 Svjetska čuda mostogradnje

Most Firth of Forth

- Most Firth of Forth se nalazi u istočnoj Škotskoj preko istoimenog tjesnaca zapadno od grada Edinburgha.
- Ukupna duljina mosta je 2,5 km a most preko prepreke prevodi dva željeznička kolosijeka na visini od 46 m iznad morske razine. Most ima dva glavna raspona od 521,3 m, dva bočna raspona od 207,3 m i petnaest pristupnih raspona od 51 m. Glavni rasponi se sastoje od po dva 207,3 m duga rešetkasta konzolna nosača koji podupiru centralnu 106,7 m dugu rešetkastu gredu. Visina tornjeva konzolnih rešetkastih nosača je 100,6 m a temeljeni su na temeljnim stopama promjera 21 m.



16.2.4 Svjetska čuda mostogradnje

Most Lupu

- Most Lupu u Šangaju u Kini premošćuje rijeku Huangpu s rasponom od 550 metara, što je najveći raspon lukova sandučastog poprečnog presjeka.
- Lučni most Lupu s upuštenim kolnikom prevodi šest prometnih trakova na sandučastim nosačima rasponskog sklopa između dva nagnuta luka. Lukovi su povezani poprečnim vjetrovim spregovima. Rasponski sklop se sastoji od dva sandučasta nosača povezana otvorenim poprečnim nosačima i ukupne je širine 39,5, a visine 2,7 metara.



16.2.4 Svjetska čuda mostogradnje

Most Akashi Kaikyo

- Most Akashi Kaikyo u Japanu, s glavnim rasponom od 1991 metra, jest most najvećeg raspona na svijetu.
- Most je projektiran sa središnjem rasponom od 1990 m i bočnim rasponima po 960 m, no nakon jakog potresa tijekom izgradnje donjeg ustroja raspon se povećao na 1991m. Gredna kolnička konstrukcija je čelični rešetkasti sustav visine 14 m i širine 35,5 m. Rešetkasti je nosač na svojim krajevima ovješeno uspravnim vješaljkama o dva paralelna užeta, svaki promjera 1,12 m. Piloni, rekordne visine od 282,8 m, temeljeni su na čeličnim kesonima, promjera 80 m i visine 70 m.



16.2.4 Svjetska čuda mostogradnje

Most Tata

- Most Tata je donedavno bio rekorder u rasponu ovješnih mostova.
- Ovješni most ukupne duljine 1480 m i glavnog raspona 890 m ima nesimetrične priležne raspone 270 m na istočnoj obali te 320 m na zapadnoj obali.
- Brojne studije i modelska ispitivanja tijekom projektiranja i gradnje mosta Tata znatno su doprinijele približavanju kilometarskom rasponu ovješnih mostova.



16.2.4 Svjetska čuda mostogradnje

Most Sutong

- Ovješni most s najvećim svjetskim rasponom preko rijeke Yangtze.
- Čitavi prijelaz, duljine 8,2 km, sastoji se od mosta za glavni plovni profil (most Sutong) duljine 2088 m, mosta za sporedni plovni profil duljine 548 m i prilaznih mostova s obje obale.
- Dispozicija mosta Sutong je simetrična, s glavnim rasponom od 1088 m. Pilon "A" oblika doseže nadmorsku visinu od 306m.



16.3 Veliki prijelazi

To su mostovi ili kombinacije mostova i tunela koji služe za prelazak prepreka dugih od nekoliko do nekoliko desetaka kilometara

- jak utjecaj na ljudski život
 - mijenjaju prirodni okoliš
- ⇒
- druga mjerila kvalitete
 - imperativna vizualna posebnost
- ⇕
- ...u kontrastu sa...
- nametnutim ograničenjima
 - tehnološkim uvjetima
 - ekonomskim činiteljima
- ⇐
- racionalna rješenja da bi se zadovoljila ekonomska isplativost
 - razmatranje što više različitih varijanti

16.3 Veliki prijelazi

Projekt povezivanja otoka Honshu i Shikoku u Japanu

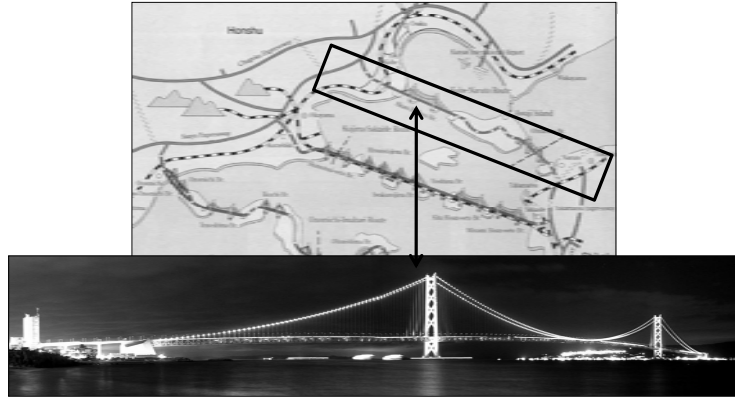
- Honshu – Shikoku projekt je sustav mostova koji povezuju japanske otoke Honshu i Shikoku preko unutarnjeg mora.
- Sastoji se od tri glavna pravca povezivanja:
 - pravac Kobe – Avaji – Naruto
 - pravac Seto – Chuo (centralni pravac)
 - pravac nishiseto (zapadni pravac)



16.3 Veliki prijelazi

Projekt povezivanja otoka Honshu i Shikoku u Japanu

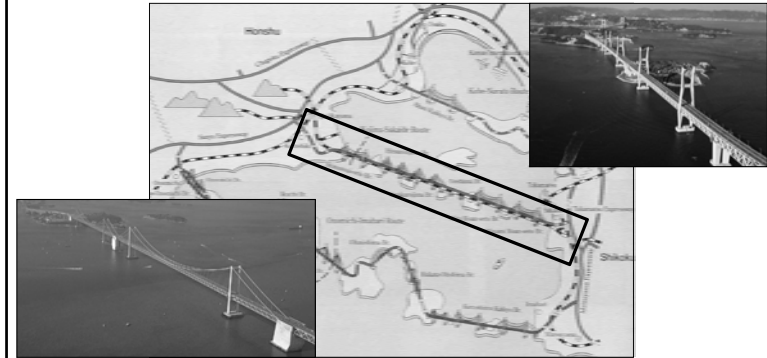
- Pravac Kobe – Avaji – Naruto je ukupne duljine 89 km i na njemu se nalazi viseći most Akashi Kaikyo.



16.3 Veliki prijelazi

Projekt povezivanja otoka Honshu i Shikoku u Japanu

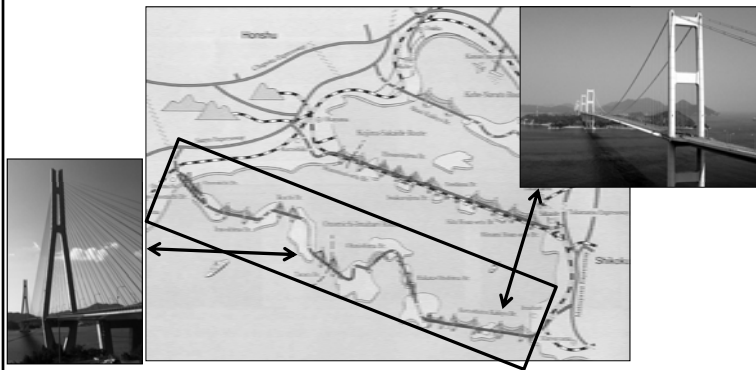
- Pravac Seto – Chuo ili centralni pravac prevodi preko mora i četverotračnu autocestu i dvokolosiječnu prugu. U sklopu ove dionice se nalazi 6 visećih i ovješanih mostova.



16.3 Veliki prijelazi

Projekt povezivanja otoka Honshu i Shikoku u Japanu

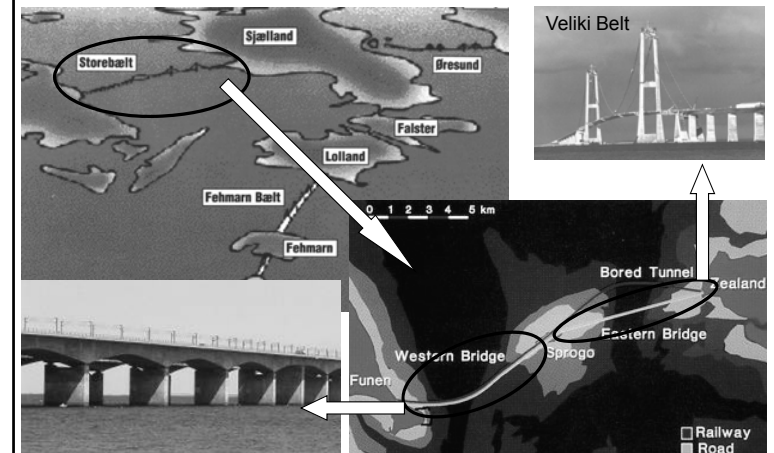
- Na pravcu Nishiseto ili zapadnom pravcu se nalazi deset mostova velikih raspona među kojima je i most Tatara.



16.3 Veliki prijelazi

Sjever Europe – Sustav od tri prijelaza

- 1. Spoj istočnog i zapadnog dijela Danske – Veliki Belt



16.3 Veliki prijelazi

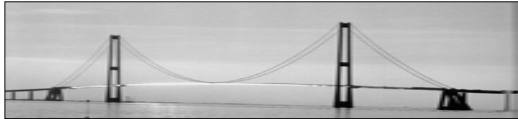
Sjever Europe – Sustav od tri prijelaza

- Dovršen je 1998.g. - čine ga dva mosta, istočni i zapadni, i podvodni tunel.

- Zapadni most je gredni, duljine 6,6 km s autocestom i željeznicom na sebi.



- Istočni most je duljine 6,9 km s najvećim europskim visećim mostom za autocestu u središtu jer željeznica nastavlja podmorskim tunelom dugim 7,9 km.

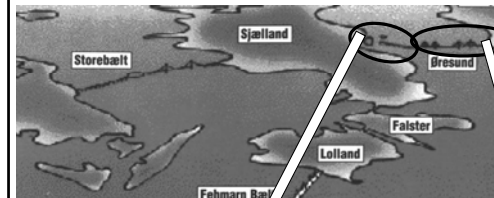


- Vrijeme za prijelaz morskog prolaza Storebaelta skraćeno sa nekadašnjih sat vremena vožnje na 7 minuta.

16.3 Veliki prijelazi

Sjever Europe – Sustav od tri prijelaza

- 2. Spoj Danske i Švedske - Øresund



3750m dug podvodni tunel 20 predgotovljenih elemenata cijevi duljine 176 m s 5 tunelskih cijevi u poprečnom presjeku



7,5 km dugačak most na kojem je najveći otvor od 490m ostvaren kao ovješena struktura

16.3 Veliki prijelazi

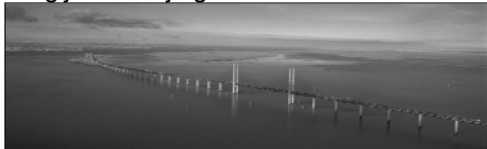
Sjever Europe – Sustav od tri prijelaza

- 2. Spoj Danske i Švedske - Øresund

- Povezuje danski glavni grad Kopenhagen na otoku Zealandu i švedski grad Malmö.

- Značaj ovako velikog projekta najbolje ilustrira činjenica da se promet preko Øresunda povećao za 65% u odnosu na trajektni promet na plovnome putu dok nije postojala čvrsta veza.

- Od kada je ta veza uspostavljena stanovnike tih dviju povezanih regija nazivaju građanima Øresunda.

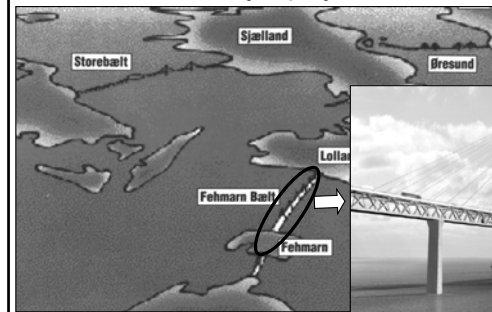


16.3 Veliki prijelazi

Sjever Europe – Sustav od tri prijelaza

- 3. Fehmarn Belt između Danske i Njemačke duljine 19 km

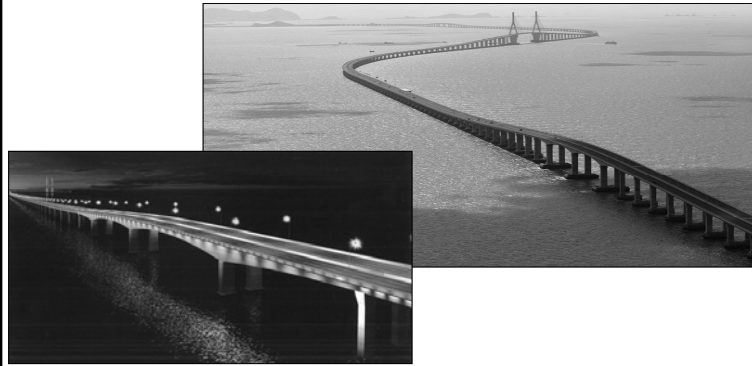
- U fazi izrade studije i projekata



16.3 Veliki prijelazi

Most Donghai u Kini

- Duljine 32,5 km povezuje kinesko kopno nedaleko od Shanghai-a s golemom lukom Yangshan koja je izgrađena spajanjem i zaravnavanjem nekoliko otočića.



16.3 Veliki prijelazi

Most Donghai u Kini

- Most ima 333 otvora uglavnom raspona 50-70 m, jednu veću ovješenu strukturu raspona 420 m nad glavnim plovnom putem, tri kontinuirana prednapeta gredna raspona 120 m, 140 m i 160 m za pomoćne plovne putove i ovješeni most raspona 322 m u blizini luke.



16.3 Veliki prijelazi

Most preko zaljeva Hangzhou u Kini

- Most preko zaljeva Hangzhou spaja Shanghai i Ningbo u provinciji Zhejiang
- Sa svojih 35.67 km je najduži prekomorski most na svijetu.

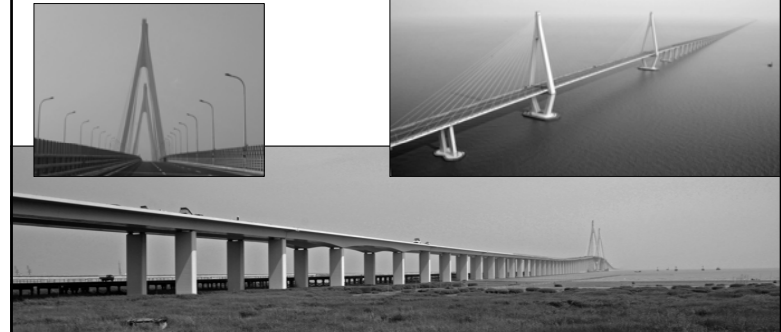


- Izgradnjom ovog mosta je skraćen put između Shanghai-a i Ningbo-a za 120 km, a vrijeme putovanja više nije 4 već 2.5 sata.

16.3 Veliki prijelazi

Most preko zaljeva Hangzhou u Kini

- Most prevozi preko zaljeva šetrotlačnu autocestu uglavnom sa 70 m velikim grednim rasponima, dok dva ovješena mosta, raspona 448 m sjeverni i 318 m južni, omogućuju nesmetan prolaz plovnicama.



16.3 Veliki prijelazi

Most preko zaljeva Jiaozhou u Kini

- Most preko zaljeva Jiaozhou u istočnoj Kini prevodi 6 cestovnih traka i povezuje okrug Huangdao, grad Qingdao i otok Hongdao, što čini taj most tlocrtnog oblika u slova T i ukupne duljine 42 km najdužim prekomorskim mostom na svijetu. Ovaj veliki morski prijelaz je građen 4 godine, a na njemu je radilo 10000 radnika. U most koji je poduprt sa preko 5000 stupova je ugrađeno 450000 t čelika i 2,3 m³ betona. Most je završen i pušten u promet 2011.g..



16.3 Veliki prijelazi

Povezivanje Italije i Sicilije

- Trenutno se planira izgradnja mosta preko Mesinskih vrata (spoj Italije i Sicilije).
 - raspon 3300 m
 - visina pilona 382 m
 - širina 52 m
 - ulaganje 2,5 milijarda eura
 - planirano dovršenje do 20???.g.



16.3 Veliki prijelazi

Povezivanje Južno-korejskih otoka sa kopnom

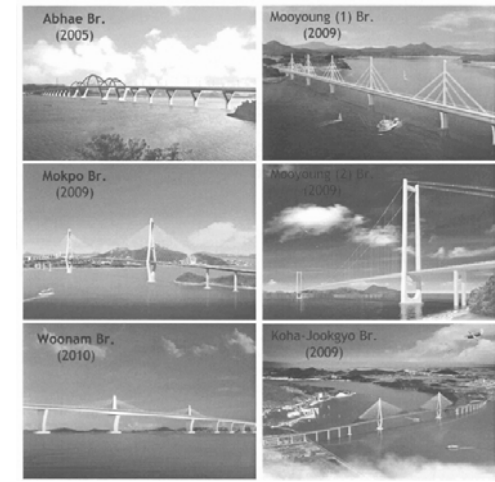
- U jugozapadnom obalnom dijelu Južne Koreje se odvija gradnja ili se planira gradnja čvrstih veza između pojedinih južno-korejskih otoka međusobno i sa kopnom.
- U taj projekt će se do 2011. uložiti 11 milijardi \$.
- Do 2025. još dodatne 25 milijarde \$.
- Gradnja se odvija u tri područja, a to su Mokpo-Shinan, Goheung-Wando i Yeosu-Goheung.



16.3 Veliki prijelazi

Povezivanje Južno-korejskih otoka sa kopnom

- Gradnja u konačnici predviđa sustav od 18 velikih mostova.



Hvala na pažnji!