

ARHITEKTONSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
Inženjerske konstrukcije

**VISOKE GRAĐEVINE – NEOBIČNI
KONSTRUKCIJSKI TIPOVI**



Flatiron Building

- sagrađena je 1901 na poznatom Times Square-u (New York)
- oblik zgrade određen je malom i vrlo nepravilnom raspoloživom parcelom
- zgrada je postala svjetski poznata ikona

Habitat67

- za Svjetsku izložbu u Montreal-u (Kanada) čini 354 pojedinačnih predgotovljenih betonskoj jedinica, međusobno povezanih naknadno prednapetim kabelima
- ukupno sadrži 158 stanova



INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



- Santiago Calatrava predložio je projekt **12 staklenih urbanih vila na East River-u**
- Calatrava: „oblik ne slijedi funkciju, nego funkcija slijedi oblik“
- svaki stan je kvadratnog tlocrta 14,0x14,0 m, priključen na središnju vertikalnu jezgru, visine 255 m
- svaka kocka je konzolno istaknuta od vertikalne rešetke jezgre i sadrži terase i vrtove na cijelom katu
- dva vanjska tanka stupa (šiljka) povezuju kocke uzduž suprotnih vanjskih zidova
- zgrada je trebala biti dovršena 2007, a cijena svakog stana trebala je biti 30 milijuna dolara

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Residence Antilia zgrada (Mumbai – Indija)

- visina 173 m, 27 katova
- stambena zgrada za najbogatije Indijce
- dovršena krajem 2008
- najviši „živi zid“ na svijetu

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



CCTV Headquarters, CHINA

CCTV Headquarters, Beijing China

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



CCTV Headquarters, Beijing China

- dva tornja „L“ oblika spojena gore i dolje u obliku slova „Z“
- gradnja započela 2004
- visina 234 m
- broj katova 49, za smještaj 10 000 ljudi
- cijena 750 milijuna dolara

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



The REGATTA Hotel, JAKARTA

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Regatta Hotel, Jakarta

- investitor je želio „nautičku temu“
- 10 manjih tornjeva predstavljaju jedrilice a visoka zgrada „svjetionik“

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor

The Russia Tower, RUSSIA



Russia Tower, Moskva

- trebao biti najveća zgrada u Europi dva puta viša od Eiffel-ovog tornja

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Russia Tower, Moskva

- nedovršeni supervisoki neboder
- izgradnja započela 2007, a završetak je planiran 2012
- izgradnja zaustavljena 11.2008., a 06.2009. projekt je službeno otkazan
- ukupna površina zgrade bila bi 520.000 m², 38% (oko 200.000 m²) podzemno
- toranj sa 118 katova, 101 lift i podzemnom garažom za 3.680 vozila
- u podnožju su bili predviđeni dućani
- ukupni kapacitet zgrade bio je planiran na oko 30.000 ljudi

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Okhta Tower, Petrograd

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Okhta Tower, Petrograd

- supervisoki ekološki neboder sa 77 katova i 400 m visine
- smješten u staroj gradskoj jezgri i čak tri puta viši od zvonika katedrale Sv.Petra i Pavla
- mnogi prosvjedi zbog gradnje
- „to je monstruozna barbarska odluka, simbol političkog ega i stanovnici će je zauvijek prezirati“

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor

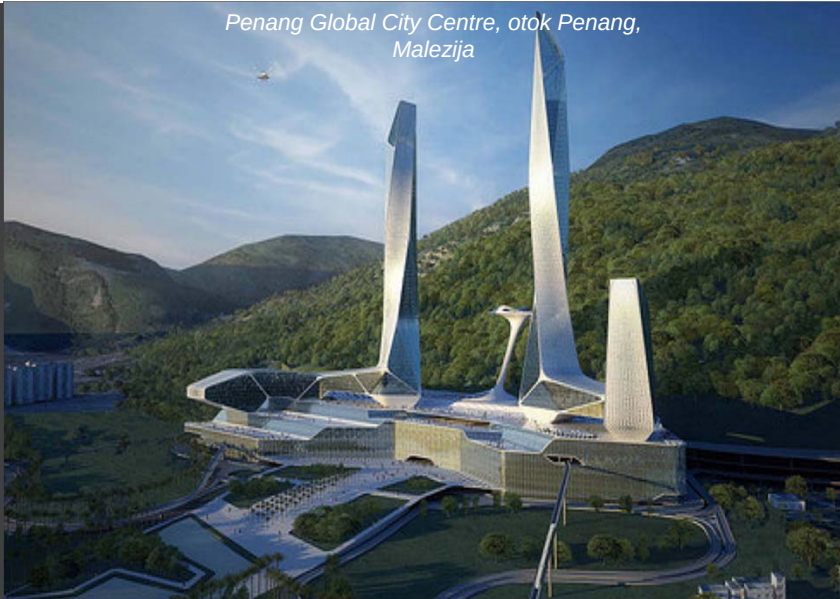


Okhta Tower, Petrograd

- glavni ured naftne tvrtke Gazprom Neft
- neboder će mijenjati boju 10 puta dnevno, ovisno o položaju sunca
- ekološki jedna od najodrživijih zgrada na svijetu
- ekološki osvježene značajke istaknute su u dvostrukoj staklenoj ljuski s atrijima smještenim između vanjskih i unutarnjih zidova za prirodnu ventilaciju, unutrašnje osvjettljenje i termičku zaštitu od strašne ruske zime
- uključeni su i specijalni sustavi za vodu, grijanje i ventilaciju za smanjenje energetske potrebe zgrade
- brojni društveni prostori i zelene zone neboder je otprilike jednako zelen, koliki je visok), osiguravaju visoki komfor korisnicima i stanarima zgrade

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor

*Penang Global City Centre, otok Penang,
Malezija*



INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Penang Global City Centre, otok Penang, Malezija

- shopping centar: 400.000 m²
 - konferencijski centar: 100.000 m²
 - kulturni centar: 75.000 m²
 - hoteli: 50.000 m²
 - stanovi: 62.000 m²
 - uredski prostori: 23.000 m²
 - vidikovac: 1.500 m²
 - parkiralište: 184.000 m²
-
- na parcela od 1,9 km² dva tornja ikone, visine 200 m
 - za dovršetak projekta, izgleda sci-fi grada, trebat će najmanje 15 godina projekt je naišao na veliku oporbu i pitanje je da li će ikad doći do izvedbe

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Curitiba Tower, Brazil

- zgrada od 11 katova, dovršena 12.2004.
- svaki stan zauzima cijelu etažu
- svaka etaža od 280 m² može se zaokrenuti za 360° svakog sata
- središnja betonska jezgra služi kao podupora i os rotacije

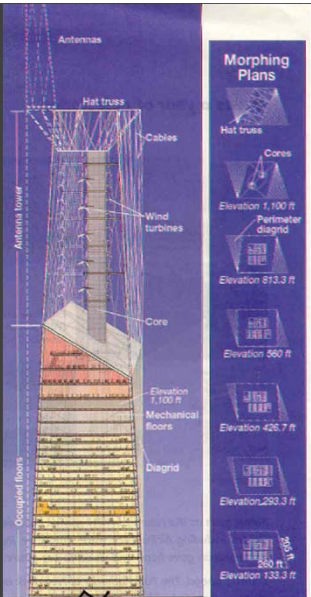
INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Freedom Tower, New York

- zamjena za srušeni WTC
- arhitektonski natječaj dobio Daniel Libeskind 2002.

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



▪ originalni prijedlog arhitekta Libeskinda

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Freedom Tower (One World Trade Center), New York

- novi odgovorni arhitekt: David Childs
- Childs: „Za Freedom Tower, simbol projekta obnove WTC-a
- nismo željeli samo skulpturalne skice, nego realni projekt
- osim važnosti tornja kao ikone, on mora biti i izrazito učinkovita zgrada
- rasprava o Tornju slobode često je bila ograničena na simboličke, formalne i estetske aspekte, ali bitno je i funkcioniranje zgrade
- ako ljudi ne žele raditi u toj zgradi i posjećivati je, mi smo kao arhitekti zakazali“
- najviša zgrada u SAD i najviša samo uredska zgrada na svijetu
- vrh antene: +541 m (1776 feet, simbolički - godina kad je potpisana Deklaracija o nezavisnosti SAD)
- krov zgrade: +417 m
- zadnji kat: +415 m
- broj katova: 109

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Freedom Tower (One World Trade Center), New York

- korisna površina katova 242.000 m²
- tlocrtni oblik podnožja je kvadratni 61x61 m
- iznad ulaznog prostora (foaje) visine 24 m, smješteni su poslužni katovi, tako da ukupna visina podnožja zgrade iznosi 61 m
- beton podnožja zgrade obučen je u 2000 komada prizmatičnih stakala, izmjera 1,21x4,06 m i debljine 10 cm, koje daju dinamičku glatkoću strukture i čija pojava odražava svoju okolinu
- iznad je smješteno 69 katova za urede do razine +341 m
- slijede servisni katovi, dva kata za lokalnu televiziju, restorani i vidikovci do razine +415 m i +417 m, visine originalnih Twin Towers
- fasade su od mreže zatega (*cable-net*) visine 18 m i promjenjive širine od 9 m na istočnoj i zapadnoj strani (za pristup restoranima i vidikovcima), preko 15 m na sjevernoj strani do 21 m na južnoj strani za osnovni prilaz stanara

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Freedom Tower (One World Trade Center), New York

- kako toranj raste od kockastog podnožja, kvadratni rubovi se pomiču unatrag i kvadrat se u pogledu mijenja u 8 visokih istokračnih trokuta
- središnji dio je u tlocrtu osmerokutnik, a stakleni parapet na vrhu je u tlocrtu opet pravokutni zaokrenut za 45° prema podnožju
- antenski toranj do visine 541 m, pridržava sustav zatega osiguran kružnim prstenom, slično kao baklja na Kipu slobode
- primjenjene se najstrože sigurnosne mjere: 91 cm debeli zidovi za sva stubišta, otvore liftova, sustave za gašenje požara i sl., ekstremno široke stepenice isključivo za vatrogasce i biološki i kemijski filteri za sustav ventilacije

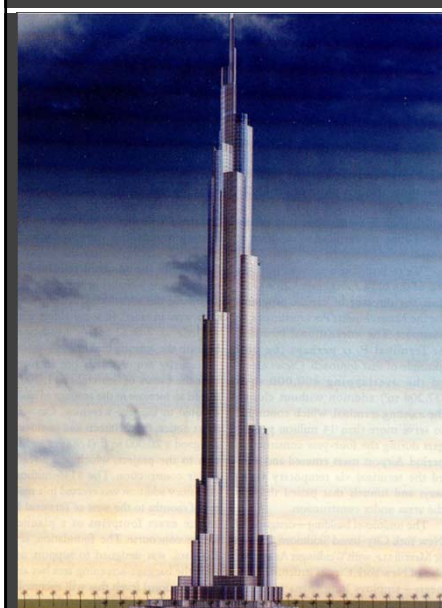
INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Freedom Tower (One World Trade Center), New York

- konstrukciju zgrade čini jaki čelični okvir od stupova i greda, međusobno povezanih kombinacijom zavara i vijaka, koji zajedno s betonskim posmičnim zidovima jezgre osigurava bitnu krutost i statičku neodređenost cjelokupnog nosivog sustava, a istovremeno daje najveću fleksibilnost u planiranju prostora, jer nema unutrašnjih stupova (uredske zgrade)
- početak radova: 04.2006., a planirani dovršetak krajem 2013.

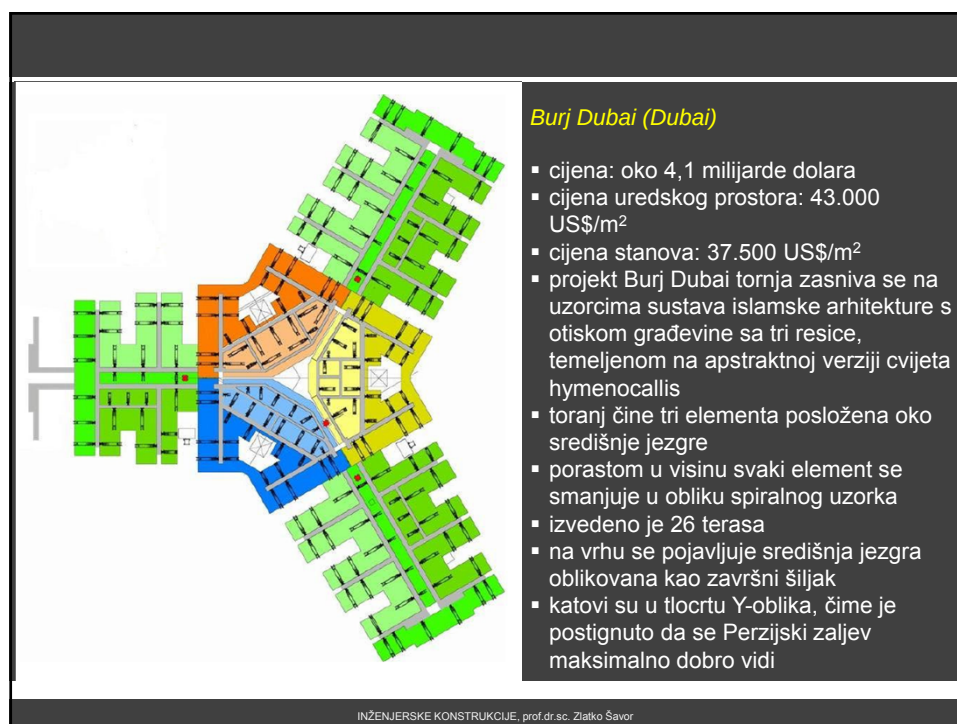
INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Burj Dubai (Dubai)

- projekt: Skidmore, Owing & Merrill (SOM) Chicago
- arhitekt: Adrian Smith
- najviša građevina: 818 m (prije KVLV-TV toranj – 629 m)
- najviša slobodno stojeća građevina: 818 m (prije CN Tower Toronto 553 m)
- zgrada s najviše katova: 160 (prije WTC 1 & 2 110)
- najviši liftovi na svijet
- najbrži liftovi na svijetu 18 m/s (prije Taipei 101 16,8 m/s)
- najviše vertikalno pumpanje betona za zgrade: 601 m (prije Taipei 449 m)
- najviše vertikalno pumpanje betona za bilo koju građevinu: 601 m (prije Riva del Garda hidrocentrala – 532 m)
- najviša zgrada u povijesti za stanovanje
- unutrašnjost je oblikovao Giorgio Armani, čiji hotel zauzima donjih 37 katova

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor





Burj Dubai (Dubai)

- pogledom odozgo ili sa podnožja struktura podsjeća na kupole oblika luka (*onion domes*) islamske arhitekture
- tijekom procesa projektiranja inženjeri su zaokrenuli zgradu za 120° od prvobitne dispozicije, da smanje naprezanja od dominantnih vjetrova
- horizontalni pomak vrha tornja iznosi 1,2 m
- početak gradnje 09.2004.
- predviđeni dovršetak: 12.2009.
- glavni izvođači: Samsung Engineering & Construction, Besix i Arabtec

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



Burj Dubai (Dubai)

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor

Burj Dubai (The Dubai Tower)



INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor

Al Burj (Nakheel Tower), Dubai

- futuristički superneboder, visine 1.400 m
- 01.2009. obznanjeno je da se izgradnja odgađa za najmanje godinu dana
- originalni projekt: Pei Partnership Architects
- preprojektirani neboder zadržao je osnovni oblik – tri tornja povezana sa mostovima na raznim visinama, dva jednaka šiljka (*spire*) i jedan niži s velikim vanjskim bazenom na vrhu



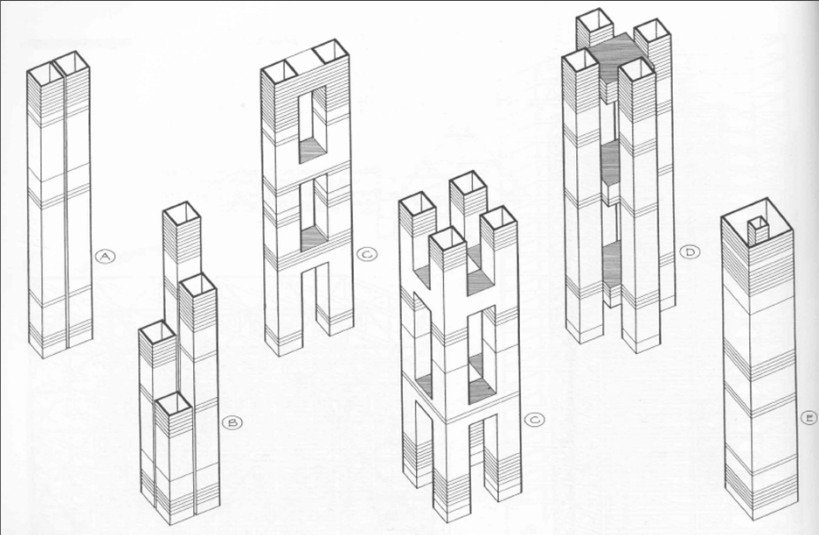
INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



AL Burj (Nakheel Tower), Dubai

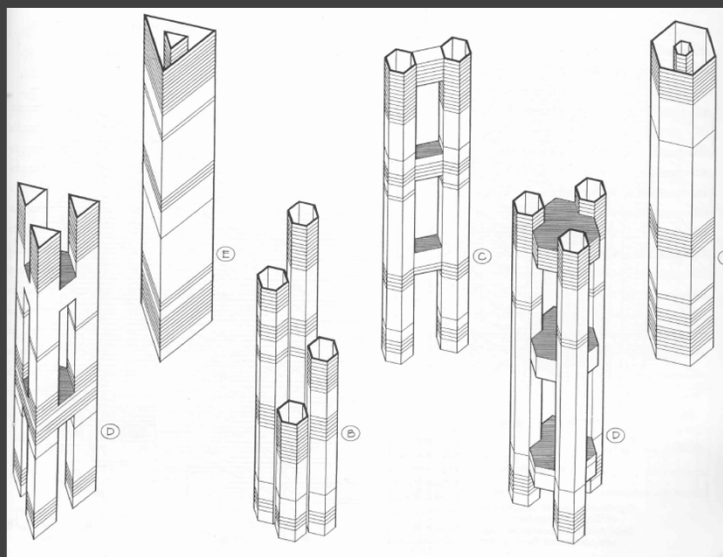
- najnoviji projekt arhitekt Woods Bagot predviđa jedan toranj visine 1.400 m, koji čine 4 tornja sa zasebnim jezgrama oblikujući radius od oko 100 m
- tornjevi će biti povezani po opsegu četverokatnim zgradama (*sky buildings*)
- na razinama svakih 25 katova
- ti mostovi će konstrukcijski povezati zgrade
- predviđeno je 156 liftova, koji će omogućiti dizanje do vidikovca za 4 minute

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



- buduće visoke zgrade bit će složenijih tlocrtnih oblika
- potrebna krutost će se vjerojatno postići međusobnim povezivanjem više tornjeva

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor



- mogući novi oblici

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor

A Japanese Future Building.



- prijedlog novog japanskog nebodera

INŽENJERSKE KONSTRUKCIJE, prof.dr.sc. Zlatko Šavor