

UVOD U GRADITELJSTVO

9. KONSTRUKCIJE

Prof. dr. sc. NEDIM SULJIĆ, dipl.ing.građ.

1

Sadržaj poglavlja:

- općenito o konstrukcijama
- zidane konstrukcije
- ab konstrukcije u zgradarstvu
- mostovi
- visoke konstrukcije
- stadioni
- hale
- naftne platforme
- elektrane i industrijska postrojenja

2

OPĆENITO O KONSTRUKCIJAMA

•Konstrukcija ➡ skup međusobno povezanih dijelova sposoban da nosi sam sebe i da preuzme djelovanja i prenese ih na druge objekte ili tlo

•Konstrukcije dijelimo:

- a) prema materijalu
- b) prema načinu gradnje
- c) prema sposobnosti nošenja



3

a) Konstrukcije prema materijalu:

-betonske, drvene, kamene, metalne, kombinovane . . .



4

b) Konstrukcije prema načinu gradnje:

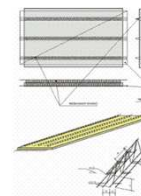
-monolitne, montažne, polumontažne, zidane, kombinovane . . .



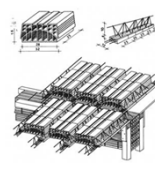
5



Zidana konstrukcija



Omnia tavanica-polumontažna



Monta tavanica-polumontažna



Monta 8



Monta 16

6

c) Konstrukcije prema sposobnosti nošenja:

- nosive konstrukcije
- nenosive konstrukcije

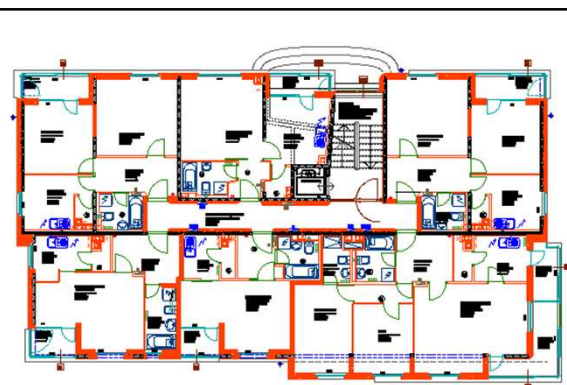
•Nosive konstrukcije

- nose sebe i sva djelovanja prenoseći ih na druge objekte ili temelje i tlo
- nosivi elementi $\Rightarrow$ greda, okvir, ploča, rešetka, luk, ljuska . . .
- dovoljan broj unutarnjih i vanjskih veza

•Nenosive konstrukcije

- nose sebe, ali nisu predviđene da preuzmu na sebe druga opterećenja
- primjer $\Rightarrow$ pregradni zid

7



8

•Podjela konstrukcija prema namjeni:

- mostovi
- tornjevi
- dimnjaci
- jarboli
- neboderi
- stadioni
- hale
- naftne platforme
- elektrane i industrijska postrojenja

} visoke konstrukcije

9

•Novi trendovi u konstrukcijama → LAKE KONSTRUKCIJE

•Cilj svake konstrukcije:

- da bude što lakša
- vlastita težina je "nužno zlo"
- prva svrha konstrukcije prenošenje pokretnih (korisnih) opterećenja
- druga svrha konstrukcije zatvaranje prostora za zaštitu od vanjskih utic.



TEŽITI DA STRUKTURA BUDE ŠTO LAKŠA



10

•Zahtjevi društva i potreba ljudi:

- sve veće potrebe za velikim prostorima → poslovni, proizvodni . . .
- formiranje velikih prostora → što manja potrošnja materijala

TEŽNJA ZA VELIKIM RASPONIMA



11

•Pokazatelj "lakoće" konstrukcije:

odnos g / p → manji odnos → konstrukcija (struktura) je laganija

•Na p (pokretno opterećenje) ne možemo uticati

•" p " zadato propisima i konkretnim zadatkom

•Na odnos g / p → možemo uticati → smanjenjem g (vlastita težina)

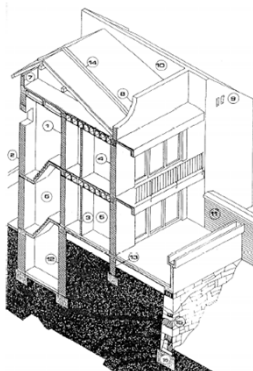
osnovni zadatak lakih konstrukcija (struktura)



12

ZIDANE KONSTRUKCIJE

1. UNUTRAŠNJI KONSTRUKTIVNI
2. SPOLJNI KONSTRUKTIVNI
3. UNUTRAŠNJI PREGRADNI
4. SPOLJNI PREGRADNI
5. PODEONI
6. STEPENIŠNI
7. KROVNI NAZIDAK
8. ATIKA
9. ZABATNI
10. KALKANSKI
11. OGRADNI
12. PODRUMSKI
13. TEMELJNI
14. POŽARNI
15. POTPORNI
16. UNUTRAŠNJI

**Klasifikacija zidova prema**

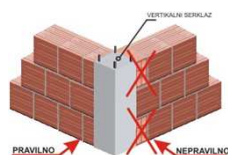
Pravilniku o tehničkim normativima za zidane zidove:

- 1) NOSIVI ZIDOVI
- 2) NENOSIVI ZIDOVI
- 3) ZIDOVI ZA UKRUĆENJE
- 4) JEDNOSLOJNI ZIDOVI
- 5) JEDNOSLOJNI MJEŠOVITI ZIDOVI
- 6) DVOSLOJNI ZIDOVI
- 7) DVOSLOJNI ZIDOVI SA ŠUPLJINOM
- 8) STUBOVI

14

Podjela zidova:

- 1) Po namjeni i položaju u zgradi
- 2) Po načinu izvođenja
 - zidovi koji se rade na licu mjesta
 - montažni zidovi
 - polumontažni zidovi
- 3) Po materijalu
 - zidovi od prirodnog materijala
 - zidovi od vještačkog materijala



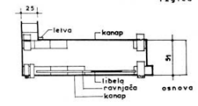
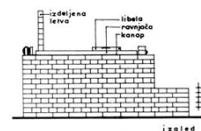
15

Pravila zidanja opekama:

- 1) Horizontalni slojevi po cijeloj dužini i širini
- 2) Ležišne spojnice prolaze cijelom dužinom i širinom
- 3) Dodirne spojnice prolaze podužno i poprečno
- 4) Dodirne spojnice dva uzastopna sloja se smiču najmanje $\frac{1}{2}$ širine ili $\frac{1}{4}$ dužine
- 5) Smjenjivanje dužnjaka i vezača u slojevima
- 6) Što više cijelih opeka



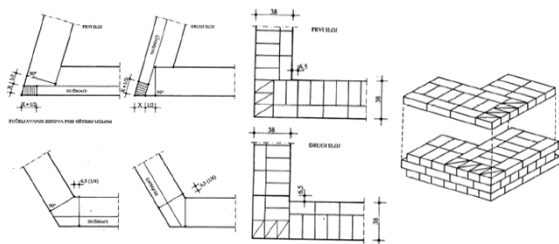
Zidanje opekarskim blokom



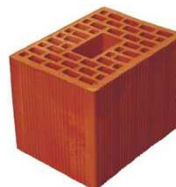
Puna opeka

16

Sučeljavanje zidova



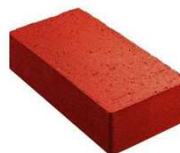
17



GITER BLOK

JUS B.01.015

Standard	Debljina	Visina	Širina	Težina	Potrošnja
JUS B.01.015	7,50	140	19,00	4,8	12 (25cm)



Opeka za fasade i zidove
puna opeka, glatka

Dimenzije (cm): 12,0x25,0x6,5

Utrošak: 50 kom/m²

Boje: crvena, svijetlocrvena, crvenošatirana

Težina cca: 3,3 kg/kom

18

Porotherm blok



Tehnički podaci:

Dimenzije (cm): 30 x (12,5+12,5) x 23,8

Potrošnja opeke (kom/m³): 53,3

Potrošnja opeke (kom/m²): 16

Koef. toplinske vodljivosti λ (W/mK)**: 0,14

Koef. prolaznosti topl. U (W/mK)**: 0,45

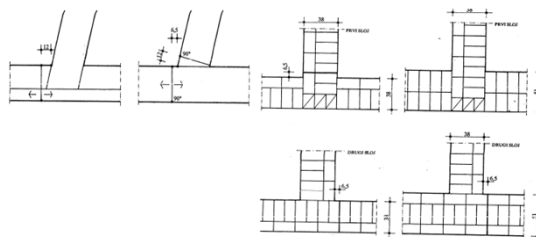
Fasadna šuplja opeka



oblik površine: glatka ili reljefirana.
boja opeke: crvena, sahara ili smeđa.
dimenzije: 250/120/65 mm
pakiranje: 375 kom/paleti
potrošnja opeke: 51,20 kom/m²

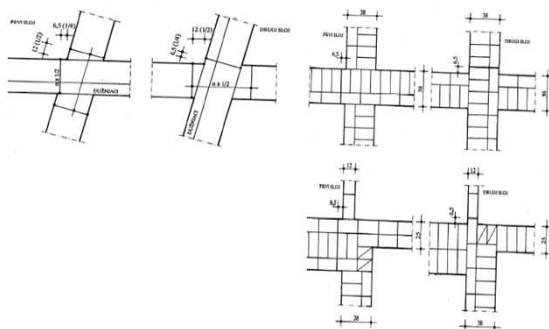
19

Susticanje zidova



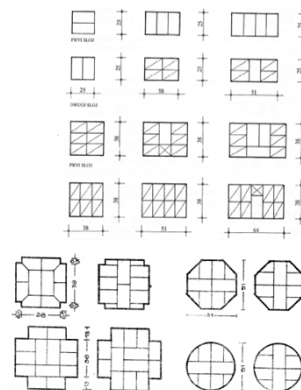
20

Ukrštanje zidova



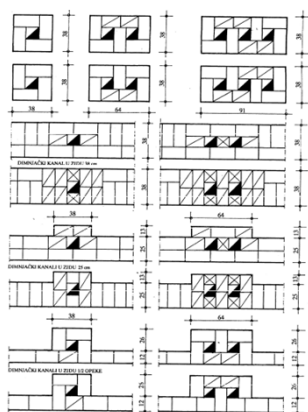
21

Zidani stubovi



22

Zidani dimnjački kanali

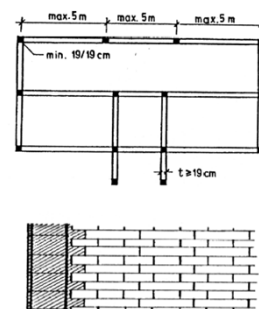


23

Postavljanje vertikalnih serklaža

Pravila:

- 1) Na uglovima objekta
- 2) Sučeljavanje konstruktivnih zidova
- 3) Ukrštanje konstruktivnih zidova
- 4) Kraj slobodnog zida
- 5) U zidu na razmaku **max. 5,0 m**
- 6) Presjek serklaža min. **19x19 cm**
- 7) Armiranje **4φ14** i vilice min. **φ6/25 cm**



24

Postavljanje horizontalnih serklaža

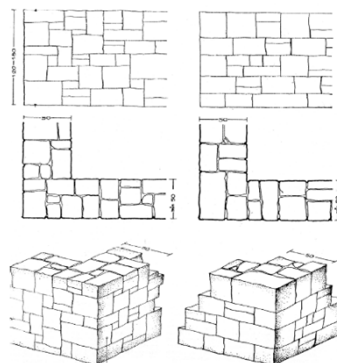
Pravila:

- 1) U zidovima $d > 19 \text{ cm}$
- 2) Kalkanski zidovi
- 3) Nadzidak $h > 50 \text{ cm}$
- 4) Sendvič zid $\Rightarrow$ HS da pokrije oba sloja
- 5) Visina najmanje 20 cm
- 6) Armiranje $4\phi 12$ i vilice najmanje $\phi 6/25 \text{ cm}$

Ytong "U"
element

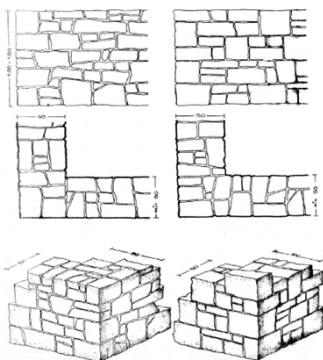
25

Zidanje tesanim kamenom



26

Zidanje lomljenim kamenom



27

Potporni zidovi od kamena

- Kamen prirodni materijal $\Rightarrow$ primjena od davnina $\Rightarrow$ razne svrhe
- Potporni zidovi $\Rightarrow$ obrađeni ili poluobrađenog kamen u c.m. ili krečnjačkom malt.
- Ranije $\Rightarrow$ potporni zidovi od kamena usuho (manje važne površine terena)
- Lomljeni kamen $\Rightarrow$ čvrst, postojan na mraz, bez pukotina
- Čvrstoća na pritisak kamena min. 70 MN/m^2
- Obrađeni lomljeni kamen usuho $\Rightarrow$ krupniji i ujednačenih dimenzija (min. 30 cm)
- Zidanje usuho $\Rightarrow$ bitna međusobna naliježanja kamena sa što manje klinova
- Danas $\Rightarrow$ zidovi od kamena u Dalmaciji (denivelacije terena)



28

Zidovi od blokova**1) Šuplji blokovi**

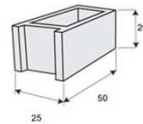
- blokovi od gline
- blokovi od betona
- blokovi od lakog betona
- durisol blokovi

**2) Puni blokovi**

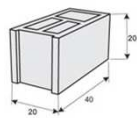
- gasbeton
- pjenobeton

*Betonski blokovi*

29

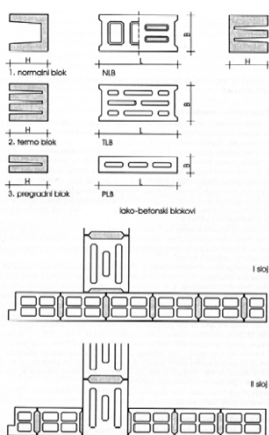
Betonski blokovi

- betonski blok 25x20x50 cm
- težina bloka: 20 kg
- 10 kom = 1 m³
- paleta sadrži 56 kom



- betonski blok za zidanje u crvenoj i svojoj boji
- dimenzija: 20x20x40 cm
- 25x20x40 cm
- 30x20x40 cm
- težina bloka: 19 kg
- 10 kom = 1 m³
- paleta sadrži 70 kom

30

*Zidanje betonskim blokovima*

31

AB KONSTRUKCIJE

- Beton → dominantan materijal u cijelom svijetu
- Primjena kod različitih građevina:

- zgrade
- mostovi
- hidrotehnički objekti
- tornjevi
- silosi
- rezervoari
- temeljne konstrukcije
- potporne konstrukcije
- tuneli . . .



32

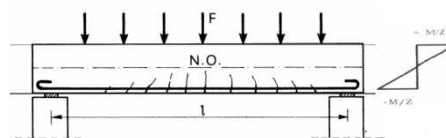
- Beton $\Rightarrow$ zadovoljava zahtjeve savremene arhitekture i graditeljstva
- Većina građevina $\Rightarrow$ beton osnovni materijal
- Ekonomičnost betona ne smijemo zloupotrebiti nad drugim materijalima
- Primjenjivati i prirodne materijale (drvo, kamen)
- Primjenjivati nove savremene materijale (sintetički materijali . . .)



33

•Osnovni pojmovi armiranog betona

- kombinacija betona i čeličnih armatura (šipke i mreže)
- oba materijala zajednički sudjeluju u svojstvu nosivosti
- oba materijala predstavljaju monolitnu cjelinu
- beton $\Rightarrow$ napon pritiska
- armatura $\Rightarrow$ napon zatezanja



34

Prednosti betona:

- negorivost
- trajnost
- relativno mali troškovi
- izrada raznih oblika u svim klimatskim zonama
- relativno velika pritisnuta (tlačna) čvrstoća
- tlačna čvrstoća betona raste sa starosti betona



Dodavanjem aditiva povećavamo trajnost betona, otpornost na niske temperature, otpornost na požar, itd

35

Nedostaci betona:

- velika vlastita težina
- velika provodljivost zvuka i topline
- mala zatezna čvrstoća
- teško naknadno provjeravanje armature
- potrebna stručna radna snaga i stručan nadzor
- otežani radovi kod niskih t i visokih t
- otežana naknadna adaptacija
- korozija armature u betonu
- pojava pukotina
- poroznost
- osjetljivost na mraz
- dimenzijska nestabilnost izazvana skupljanjem i puzanjem betona

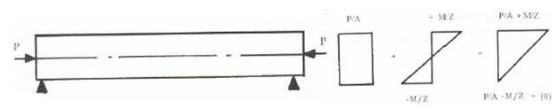
36

Osnovni pojmovi o prednapregnutom betonu:

- Na betonski građevinski element djelujemo sistemom vještački izazvanih sila
- Vještački izazvane sile $\Rightarrow$ sile prednaprezanja
- Sile prednaprezanja $\Rightarrow$ izazivaju tlačno stanje naprezanja koja materijal elementa može podnijeti tokom eksploatacionog vijeka
- Djelovanja vanjskih sila imaju za posljedicu smanjenje prethodno izazvanih tlačnih naprezanja
- Francuski inženjer **Freysinet** (1928) patentirao prednaprezanje betona čelikom velike čvrstoće



37

Centrično prednapregnuta greda**Prednapregnuti beton:**

- savladavanje velikih raspona uz vitkost konstrukcije
- savladavanje velikih raspona sa manjim vlastitom težinom
- bez pukotina u betonu
- manji progibi konstrukcije . . .

- Prednapregnuti beton i metalne konstrukcije $\Rightarrow$ veliki rasponi

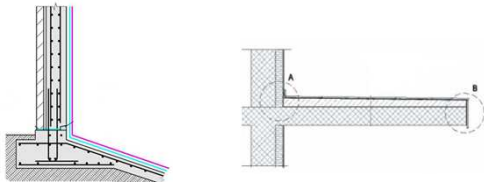
38

- Prednosti betona značajne u odnosu na mane
- Danas beton među najraširenijim materijalima u graditeljstvu

Proračunski upotrební vijek betonskih konstrukcija:

- 1 do 5 godina (privremene konstrukcije)
- 50 godina (konstrukcije zgrada)
- 100 godina (mostovi)

- Dobro održavanje $\Rightarrow$ trajnost će biti veća



39

MOSTOVI

Most $\Rightarrow$ građevina koja saobraćajnicu prevodi preko prepreke

- Potrebe za mostom $\Rightarrow$ takva prepreka gdje nije moguće izvesti saobraćajnicu direktnim oslanjanjem o tlo

- Most nije samo konstrukcija nego i funkcionalnost, ekonomičnost, estetika



Most kopno - Krk



Most preko Rijeke Dubrovačke

40

Podjela mostova prema glavnim nosivim elementima:

- a) gredni mostovi
- b) lučni mostovi
- c) ovješeni mostovi
- d) viseći mostovi

Gredni mostovi

- Glavni nosivi element  greda i prenos opterećenja se u pravilu vrši savijanjem

**Gredni mostovi:**

Prednapregnuti
Čelični
Rešetkasti

41

Lučni mostovi

- Glavni nosivi element  luk u kome se prenos opterećenja vrši pritiskom

- Materijal: AB, čelik, lamelirano drvo



42

Ovješeni mostovi

- Glavni nosivi element  ravne zatege u kojima se prenos opter. vrši zatezanjem

- Sastoji od tornjeva i na njih pričvršćenih kablova
- Kablovi odozgo pridržavaju gotovo cijeli most



Dubrovački most



Najduži ovješeni most na svijetu u Japanu

43

MOST STARA GRADIŠKA

44

VISOKE KONSTRUKCIJE

- Tornjevi
- Dimnjaci
- Jarboli
- Neboderi

- Kroz civilizaciju → sve viši objekti → veliki i visoki objekti
- Kroz historiju → nova saznanja, otkrića nosivih sistema i materijala



45

Tornjevi:

Inženjerske konstrukcije naglašene vertikale izgrađene na relativno maloj osnovi

- Samostalne građevine ili dio većeg inženjerskog sklopa
- Prema tipu konstrukcije: stubasti; pridržan užadima; rešetkasti; vertikalni uspinjući
- Prema materijalu: armirani beton; čelik (jarboli); prednapregnuti beton
- Prema funkciji: vodotornjevi; rashladni; svjetionici; TV toranj; silosi; kontrolni . . .



Vodotoranj



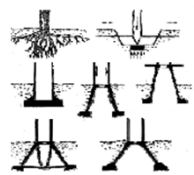
Silos



Kontrolni toranj

46

- Tornjevi → čvrsto temeljenje zbog velike visine
- Posebni načini temeljenja tornjeva



Temelj: kružna ili prstenasta ploča

Tornjevi → temelj na geotehničkim sidrima

stijena ili kamenito tlo
sidra preuzimaju momente prevrtanja

Tornjevi → temeljenje na šipovima

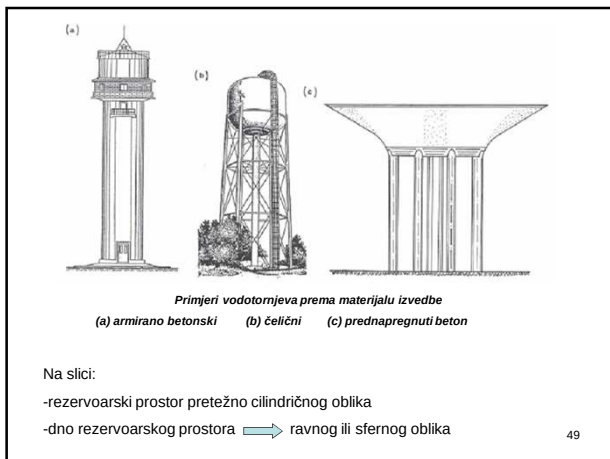
47

- Vodotornjevi → za podizanje vode radi ostvarenja većeg vodnog potencijala za slobodno tečenje u vodovodnoj mreži

- Vodotornjevi → različiti oblici nosive konstrukcije
- Vodotornjevi → najčešće betonski i čelični



48



49

Dimnjaci:

Građevine obično kružnog poprečnog presjeka

Dimnjaci služe za odvođenja gasovitih ostataka izgaranja

-Podjela prema materijalu: **AB**; čelik

-Podjela prema obliku konstrukcije: zašiljeni i cilindrični

-Podjela prema izvedbi: klizna tehnologija i penjuća tehnologija

Bitni ekološki zahtjevi na dimnjake



Samostojeći dimnjak

50

Jarboli:

Rešetkaste ili cilindrične konstrukcije pridržane čeličnim kablovima
Služe kao odašiljači

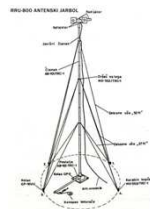
-Veliki uticaj vjetra na konstrukciju → potrebna pridržanja jarbola

-Pridržanja jarbola → čelični kablovi sidreni u temeljnom tlu

-Vrh jarbola → antena ili cijeli jarbol služi kao odašiljač

-Jarboli kao samostalna konstrukcija

-Jarboli postavljeni na visoke građevine (neboderi, tornjevi)



51

Neboderi:

Neboder → vrlo visoka i višespratna građevina

-Visoka građevina → ona kod koje su dominantna djelovanja vjetra i potresa

-Problemi kod oblikovanja visokih građevina proizilaze iz sljedećih opterećenja:

-vlastita težina → povećanje sa povećanjem **H**

-opterećenje vjetrom → jačina, smjer i oscilacije vjetra

-potresna opterećenja

-temperaturne promjene

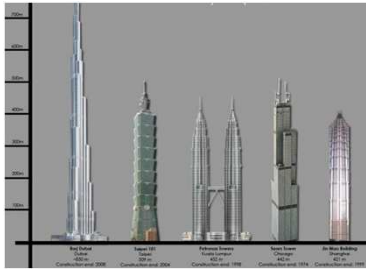
-slijeganje temeljnog tla



52

•Projektovanje visokih stambenih objekata (NEBODER!):

↓
organizovati prostor da bude po mjeri čovjeka
da se ljudi osjećaju ugodno i sigurno
da ima sve uslove za odmor ili rad



53

STADIONI

Stadion → obično otvorena sportska građevina sa velikim igralištem i velikim gledalištem (obično amfiteatralno)

Stadioni → održavanje raznih sportskih takmičenja, koncerata, skupova . . .

Prema broju gledalaca koje mogu primiti djelimo ih na:

- a) međunarodne (cca 80.000 gledalaca)
- b) nacionalne (cca 60.000 gledalaca)
- c) regionalne (cca 10.000 gledalaca)
- d) lokalne (cca 5.000 gledalaca)

U prošlosti → na stadionima dio stajaćih i dio sjedećih mjesta

Danas → zbog sigurnosti i komfora → stadioni samo sa sjedećim mjestima

54



Stadion u Pyeongyang-u (S. Koreja)
-najveći kapacitet sjedećih mjesta
-kapacitet 150.000 gledalaca



Trkača staza u Indianapolisu (SAD)
-najveći kapacitet
-gledalaca 257.325
-proširenje na 400.000 sjedećih mjesta

55

•Prema natkrivenosti stadione djelimo na:

- a) potpuno otkrivene
- b) djelimično natkrivene
- c) potpuno natkrivene
- d) sa pomičnim krovom

•Naročito zanimljivi natkriveni stadioni (djelimično ili potpuno)

↓
sistemi natkrivanja → razna konstrukcijska rješenja

- gredni ili rešetkasti sistemi
- betonske ljuske
- lučni i okvirni sistemi
- pneumatski sistemi
- zavješeni sistemi

56



Stadion Camp Nou → fudbalski stadion u Barceloni
 -kapacitet 98.000 → među najvećim u Evropi
 -djelimično natkriven

57



Amsterdam arena → fudbalski stadion
 -pomični krov
 -kapacitet 51.859 gledalaca

58



Allianz arena u Minhenu – fudbalski stadion



Beogradska arena

59

HALE

•**Hala** → građevina sa velikim zatvorenim ili poluzatvorenim prostorima zaštićenim od atmosferskih uticaja

Namjena hala:

- za industrijsku proizvodnju
- za skladištenje materijala i opreme
- za tržnice, prodajne centre
- za održavanje izložbi, sportskih i drugih javnih priredbi



Hala za tenis



Fabrička hala

60

•Konstrukcija hala ➡ monolitne, montažne i polumontažne

•Podjela hala prema materijalu:

- AB
- čelične
- drvene
- kombinovane



Montažna čelična hala



Montažna AB hala

61

NAFTNE PLATFORME

•Najveće pokretne građevine na svijetu

•Namjena:

- bušenje morskog dna na pučini
- smještaj radnika
- crpljenje nafte ili prirodnog plina
- prerada nafte ili prirodnog plina
- distribucija nafte ili prirodnog plina tankerima ili cjevovodima



62

Nepokretne naftne platforme:

- na betonskim ili čeličnim stubovima koji su direktno usidreni u morsko dno
- zbog nepokretnosti gradnja na mjestu gdje se predviđa dugotrajna upotreba
- za dubine mora do 520m

Polupotopljene plutajuće naftne platforme:

- mogu se pokretati i fiksirati
- fiksiranje ➡ punjenjem i pražnjenjem balastnih rezervoara za vodu
- sidre se za vrijeme eksploatacije
- primjena za dubine mora do 3.000 m



63

Naftne platforme koje podupire popustljiv toranj temeljen na šipovima:

- treba da izdrže znatne poprečne pomake i sile
- za dubine mora od 450 do 900m



Naftna platforma Petronius

- u meksičkom zalivu
- visina 610m (sa podvodnim dijelom)
- osnova 64x43 m
- težina 43.000 tona
- dnevno crpi 8.000 m³ nafte
- dnevno vadi 2.000.000 m³ plina

64

ELEKTRANE I INDUSTRIJSKA POSTROJENJA

- Kompleksi sa građevinama različitih tipova → hale, dimnjaci, tornjevi, silosi . . .
- Potreban posebno osmišljen prostor → tehnološka oprema i proizvodnja
- Dimenzioniranje → prihvat opreme, mašina, pokretnih traka, dizalica, otpada . . .
- Dimenzioniranje → zadovoljiti sve uslove sigurnosti uposlenih radnika
- Projektovanje postrojenja u kojima nesreća dovodi do katastrofalnih posljedica

↓
nuklearne elektrane, postrojenja za obradu nafte itd.
↓
posebno strogi propisi

65



Nuklearna elektrana

Refinerija nafte



Termoelektrana

66