

UVOD U GRADITELJSTVO 5. PREDAVANJE

NOSIVI ELEMENTI GRAĐEVINA



5. Uvod

- Građevine u sebi sadrže nosive strukture preko kojih se suprotstavljaju vanjskim djelovanjima i koje im omogućuju da zapravo postoje i traju.
- Nosivi sustavi – konstrukcije su sržni zadatak bavljenja građevinskih inženjera.
- Postojana konstrukcija je preduvjet postojanja građevine.
- Konstrukcija se sastoji od skupa elemenata koji su pretpostavljeni, projektirani i napravljeni takvi da preuzmu nametnuta djelovanja na konstrukciju i sigurno ih prenesu do temelja i dalje u tlo.

5.1 Osnovna stanja naprezanja u nosivim elementima

- Kada na nosivi element nanese opterećenje on pruža odgovor na nanesenu prisilu.
- Takvo stanje unutar nosivog elementa nazivano stanjem naprezanja.
- Dva osnovna stanja naprezanja su vlak i tlak.
- U nosivim elementima često pojavljuju vrlo složena stanja naprezanja, a svako takovo složeno stanje se u pravilu može razložiti na vlak i tlak.

5.1 Osnovna stanja naprezanja u nosivim elementima

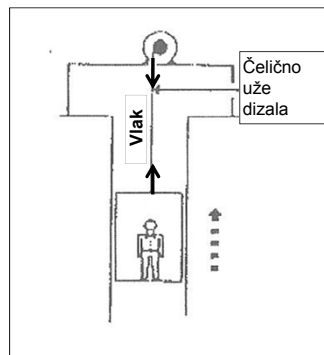
- Pod opterećenjem nosivi elementi mijenjaju i svoj oblik - deformiraju se (izdužuju, skraćuju, savijaju, vitopere)
- Povećanjem nametnutog opterećenja na nosive elemente u pravilu se i povećava i njihovo deformiranje sve dok stanje naprezanja u elementima ne premaši otpornost koju je nosivi element sposoban pružiti.
- Nakon toga slijedi gubitak ravnoteže i stabilnosti nosivog elementa i vrlo često čitavog nosivog sustava kojeg je nosivi element bio dio.

5.1 Osnovna stanja naprezanja u nosivim elementima

- **VLAK** - stanje naprezanja u kojem čestice materijala od kojeg je sastavljen nosivi element teže da se razdvoje jedna od druge.

- Deformacija karakteristična za vlak je izduženje.

- Primjer nosivog elementa u kojem je vlačno stanje naprezanja je čelično užo koje podiže i spušta dizalo.



5.1 Osnovna stanja naprezanja u nosivim elementima

- **TLAK** - stanje naprezanja u kome dolazi do zbijanja čestica materijala od kojeg je sastavljen nosivi element.

- Deformacija karakteristična za tlak je skraćenje.

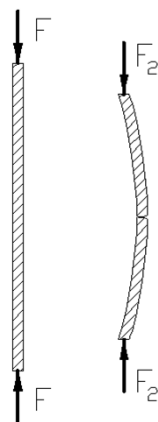
- Primjer nosivog elementa u kojem je tlačno stanje naprezanja je stup antičkog hrama.



5.1 Osnovna stanja naprezanja u nosivim elementima

- Razvojem novih i čvršćih materijala izmjere poprečnih presjeka stupova su se smanjile i stupovi su postajali sve vitkiji.

- Za vitke nosive elemente u kojima je tlačno stanje naprezanja postoji još jedan oblik deformacije koji može prouzrokovati gubitak ravnoteže i stabilnosti, a to je izvijanje.

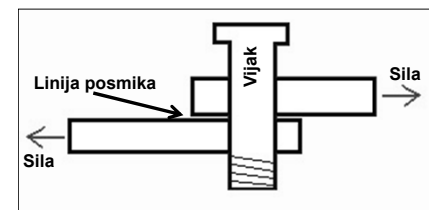


5.1 Osnovna stanja naprezanja u nosivim elementima

- **POSMIK** ili **odrez** - stanje naprezanja kod kojeg dolazi do međusobnog klizanja čestica materijala.

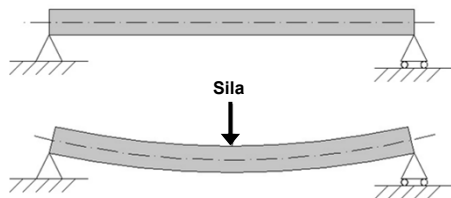
- Deformacija karakteristična za posmik je smicanje ravnih bridova i osi elemenata na mjestu odreza.

- Primjer nosivog elementa u kojemu je posmično stanje naprezanje je vijak u vijčanom spoju.



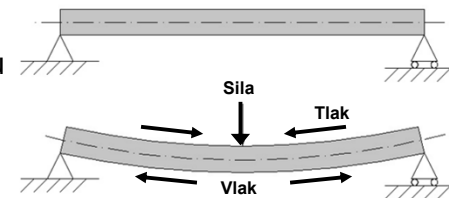
5.1 Osnovna stanja naprezanja u nosivim elementima

- **SAVIJANJE** - je prenošenje opterećenja, okomitog ili pod nekim kutom na os nosivog elementa, duž osi nosivog elementa na ležajeve.
- Deformacija karakteristična za savijanje je mijenjanje zakrivljenosti uzdužne osi nosivog elementa.
- Primjer nosivog elementa u kojemu je savijanje je horizontalni štap oslonjen na dva kraja opterećen okomitom silom u sredini.



5.1 Osnovna stanja naprezanja u nosivim elementima

- Savijanjem se u nosivom elementu javlja stanje naprezanja koje rezultira da se vlakna na gornjoj strani elementa zbijaju (u tlaku su), a donja vlakna se razdvajaju (u vlaku su).
- Po visini štapa postoji sloj vlakna koja se niti ne zbijaju i niti ne razdvajaju i taj sloj nazivamo neutralni sloj.



5.2 Linijski nosivi elementi

- Linijske nosive elemente karakterizira znatno veća dimenzija duljine u odnosu na dimenzije poprečnog presjeka.
- Linijski nosivi elementi mogu posjedovati vlastitu krutost poput štapnih elemenata (greda, stup) ili labavo visjeti poput užeta.



5.2 Linijski nosivi elementi

- Štapni nosivi elementi su u pravilu elementi definirani sa svojom osi bilo u ravnini bilo u prostoru.
- Njihovo ponašanje pri
 - krutosti pojedinog elementa
 - poprečnom presjeku štapa
 - ustroju elemenata u strukturi
 - spojevima među elementima strukture
 - uvjetima oslanjanja
 - stabilnosti strukture

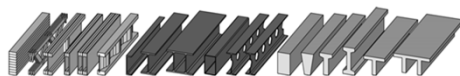


5.2 Linijski nosivi elementi

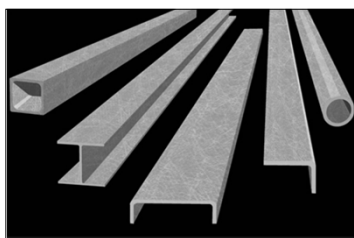
■ Oblik poprečnog presjeka štapnog nosivog elementa određuje utrošak materijala potrebnog za gradnju i sa time ekonomske kvalitete nosivog elementa.

■ Oblici poprečnog presjeka mogu biti:

- okrugli
- kvadratni ili pravokutni
- trokutasti
- u obliku slova I, U, L

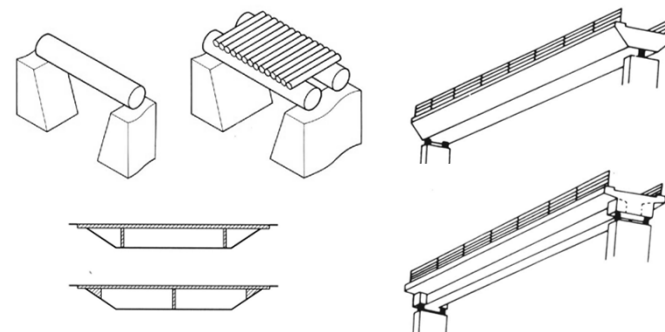


Mogu biti puni li šuplji, a površina poprečnog presjeka može biti raspodijeljena u očiti široki pojas (traku) ili u uski hrbat (letvu) ili kombinacija ove dvije krajnosti.



5.2.1 Slobodna greda

■ Slobodna greda je u pravilu ravni linijski punostijeni nosač, pravokutna ili složena presjeka, koji je poduprt na krajevima ili u više točaka i koji prenosi opterećenje koje pretežno djeluje okomito na njegovu os.

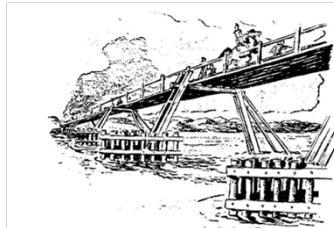


5.2.1 Slobodna greda - postanak

■ Prvobitno – komad drveta (deblo) kakvog čovjek nađe u prirodi

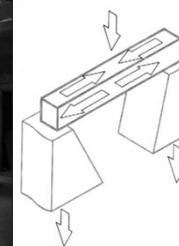


Za veće prepreke – ili deblja (viša) greda ili se postavlja oslonac



5.2.1 Slobodna greda – prijenos opterećenja

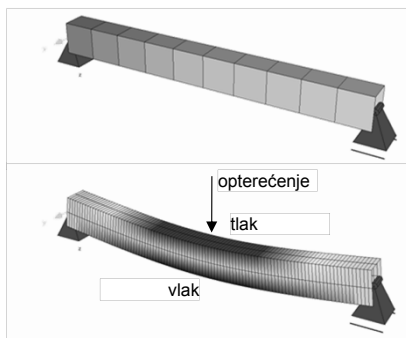
■ Slobodna greda opterećenje prenosi savijanjem na svoje potpore.



Količina gradiva da se prevlada neki raspon (razmak oslonaca) raste s kvadratom duljine raspona pa se relativno brzo dolazi do najvećeg raspona pri kojem dolazi do otkazivanja nosivosti konstrukcije pod vlastitom težinom.

5.2.1 Slobodna greda –prijenos opterećenja

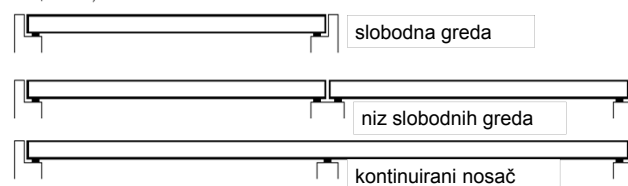
- Za slobodnu gredu opterećenu vertikalnom silom u sredini raspona, najveća vlačna naprezanja vlakana se pojavljuju u sredini raspona na donjem rubu nosača.



5.2.1 Slobodna greda – prelazak sa jednog na više raspona

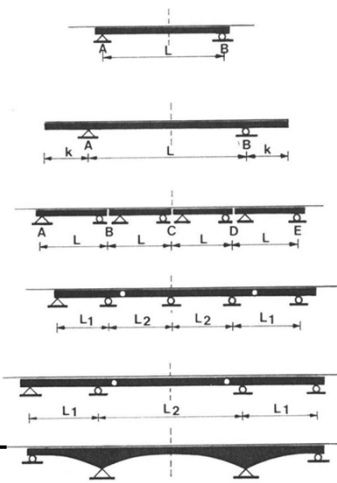
- grede se polažu jedna do druge – slobodno oslanjanje (niz slobodnih greda)
- grede se povezuju u kontinuitet – stvaranje kontinuiranog nosača
- kontinuirani nosač nad osloncem mijenja sloj vlaka i tlaka – sa manjom visinom nosača prevladavaju se veći rasponi

dispozicije:



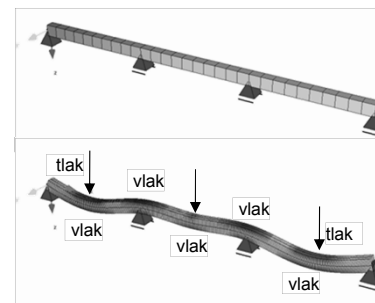
5.2.1 Slobodna greda – prelazak sa jednog na više raspona

- varijacije grede kod više rasponskih sustava – moguće je umetanje zglobova duž raspona i povećavanje visine (debljine) grede nad ležajem sve u svrhu povećavanja raspona koji je potrebno prijeći



5.2.2 Kontinuirani gredni nosač

- Kontinuirani nosač nad osloncem mijenja sloj vlaka i tlaka, i na taj način se smanjuje vlak unutar raspona pa se sa manjom visinom nosača prevladavaju veći rasponi.



5.2.2 Kontinuirani gredni nosač

- Prednost u odnosu na slobodne grede nad jednakim rasponima je u manjim deformacijama i ravnomjernijoj raspodjeli naprezanja.

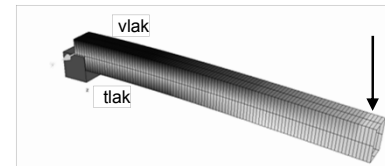
Nedostatci:

- Izvedba kontinuiteta nad osloncem koja je teža od slobodnog oslanjanja.
- Različita slijeganja oslonaca rezultiraju dodatnim naprezanjima u kontinuiranim nosačima.



5.2.3 Konzola

- Konzola je linijski nosivi element kome je jedan kraj pričvršćen u krutu konstrukciju.
- Zbog oslanjanja na samo jednom mjestu taj nosivi elementi i njegov spoj na tom mjestu moraju posjedovati dovoljnu krutost na savijanje.
- Konzola opterećena vertikalnom silom ima najveća vlačna naprezanja na mjestu upetosti u potporu na gornjem rubu nosača.



5.2.4 Stup

- Vertikalni ili malo nakošen nosivi element koji služi za prijenos opterećenja sa horizontalnih nosivih elemenata na niže razine i u konačnici na temelje i dalje u tlo.
- Visina im je znatno veća od drugih izmjera.



5.2.4 Stup

- Oblik i dimenzije stupa ovise o:
 - strukturi, dimenzijama (poprečno i uzdužno) i tipu konstrukcije koju nose
 - načinu njena oslanjanja
 - gradivu od kojeg su sagrađeni
 - osobinama tla i načinu temeljenja
 - visini
 - postojanju i osobinama vodotoka odnosu horizontalnih i vertikalnih opterećenja
 - planiranom načinu građenja
 - oblikovanju, itd.

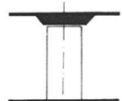
5.2.4 Stup

■ Varijacije presjeka po visini:

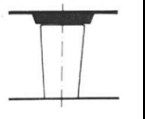
- zadebljanja odozdo prema gore



- konstantan presjek



- zadebljanja odozgo prema dolje



- u poprečnom smjeru
- u uzdužnom smjeru
- prostorno

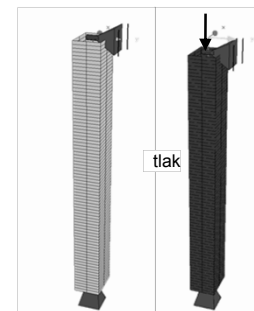
5.2.4 Stup

- Stupovi su općenito izloženi silama duž svoje osi, najčešće tlačnim, i momentima savijanja od horizontalnih djelovanja.

- Za osiguranje nosivosti takovih stupova je potrebna zadovoljavajuća razina tlačne otpornosti i otpornosti na savijanje.

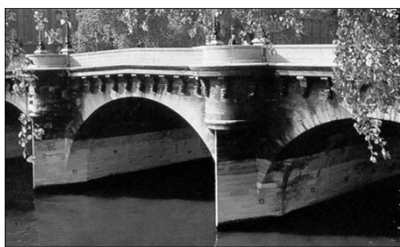
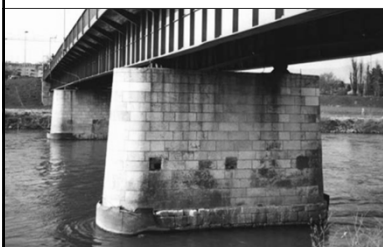
- Ostala djelovanja na stupove su horizontalna.

- Potječu od vode, vjetra i potresa.



5.2.4 Stup

- Ako se stup nalazi u vodotoku mora biti prilagođen tekućoj vodi

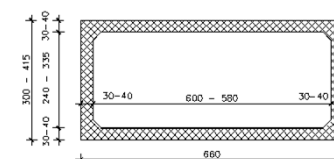
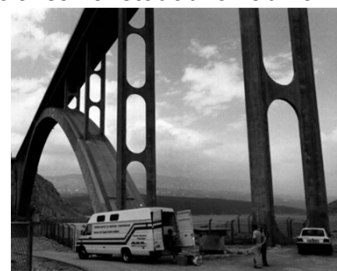


5.2.4 Stup

- osim prenošenja sila koje na njega stavimo, stup mora nositi i vlastitu težinu

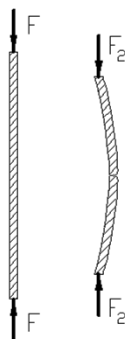
- vlastita težina stupa se sumira duž njegove visine na putu do temelja

- ako su stupovi visoki utjecaj vlastite težine može biti i veći od utjecaja sile koju prenosimo stupom – iz tog razloga radimo olakšane (šuplje ili sa štednim otvorima) stupove kako bi ih olakšali a istodobno zadržali nosivost



5.2.4 Stup

- Kod vitkih stupova kod kojih je odnos visine i debljine (h/d) stupa veći od 10 njihova sposobnost nošenja ne ovisi samo o već navedenim otpornostima (tlačna i savojna) već je ograničena sa mogućnošću otkazivanja stabilnosti stupa.



5.2.5 Okvir

- Okvir je nosivi sustav sastavljen od stupova i greda sklopljenih u cjelinu.



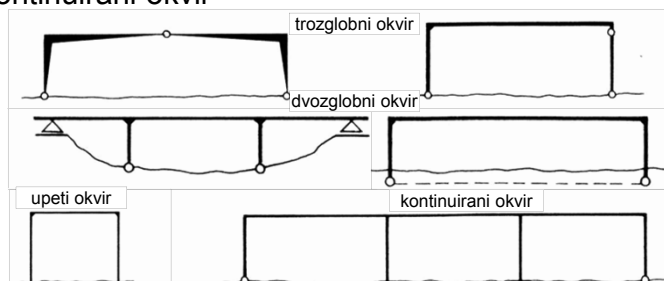
- Okviri su rašireni u gradnji drvenih, čeličnih i betonskih konstrukcija.



5.2.5 Okvir

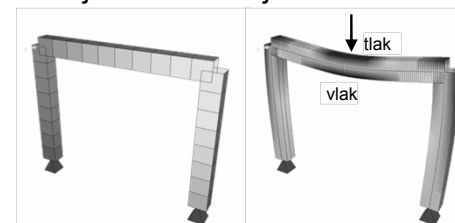
Okvir može biti ravninska ili prostorna struktura, a najčešća podjela okvira je na:

- trozglobni okvir
- dvozglobni okvir
- upeti okvir
- kontinuirani okvir



5.2.5 Okvir

- Okviri su više puta statički neodređeni sustavi što garantira manje deformiranje i veće rezerve nosivosti.



Tok unutarnjih sila, deformiranje, stabilnost i ponašanje okvira ovisi o sljedećim faktorima:

- stupovima
- spojevima između pojedinih štapova - čvorovima
- odnosima glavne geometrije
- odnosima geometrije poprečnih presjeka

5.2.6 Rešetka

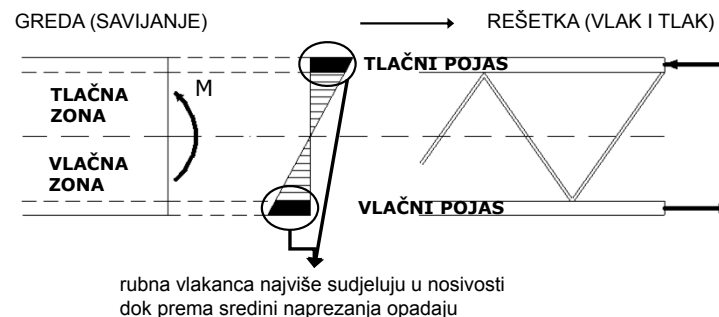
- Rešetka je nosivi element čija je osnova trokutasta struktura.



- Građevinska forma u obliku trokuta može podnijeti značajna djelovanja uz mali utrošak gradiva, a to je rezultat toga što se sila prenosi isključivo putem čistog tlaka i vlaka, a ne savijanjem nosivih elemenata.

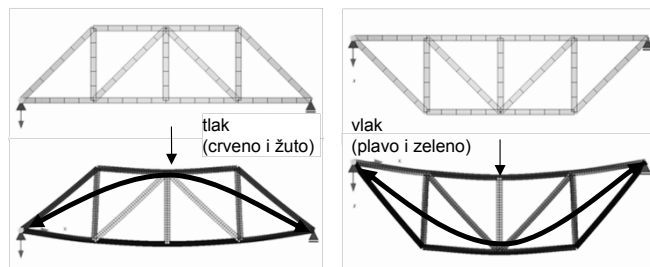
5.2.6 Rešetka

- Vrši se zamjena elemenata napreznih savijanjem sa onima koji su napreznih isključivo na vlak ili tlak.
- Puni nosač tako možemo rastaviti na vlačne i tlačne elemente izbacivanjem središnjeg dijela koji ne sudjeluje mnogo u nosivosti već samo pridonosi povećanju težine.



5.2.6 Rešetka

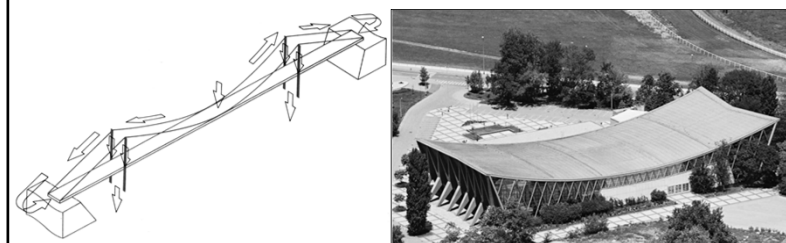
- Određivanje da li je štap rešetke tlačni ili vlačni



- Ako štapovi formiraju i prate liniju luka tada su to tlačni štapovi dok su ostali vlačni, a ako štapovi formiraju i prate liniju lančаницe tada su to vlačni štapovi dok su ostali tlačni.

5.3.1 Uže

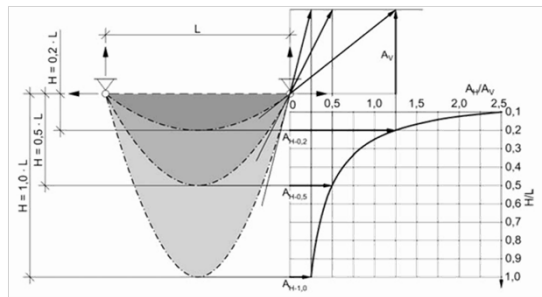
- Uže je zakrivljeni vlačni linijski nosivi element



- Postavi li se na jedno idealno užde bez mase jedan veliki broj jednakih po težini kugli, one predstavljaju težinu užeta, uspostaviti će se stanje ravnoteže kod kojega će svaka kugla zauzeti najniži mogući položaj. Oblik pri kojemu kugle vise se zove lančаницa.

5.3.1 Uže

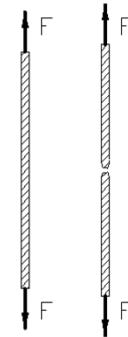
- Nosivi sustav užeta je da na svoje oslonce uz vertikalne sile predaje i horizontalne sile.
- Horizontalna sila je manja što je uže više prognuto.



- Zbog nedostatka krutosti užeta momenti savijanja se u njemu ne mogu pojaviti.

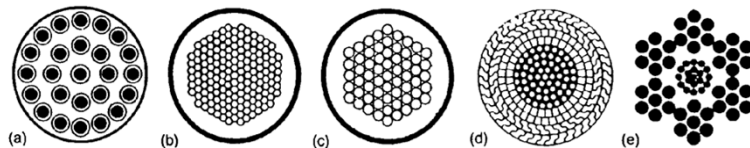
5.3.1 Uže

- Povećavanjem vlačne sile u užetu, uže se sve više izravnavava, smanjuje mu se progib, i prelazi u ravni vlačni nosivi element koji zovemo **zatega**.

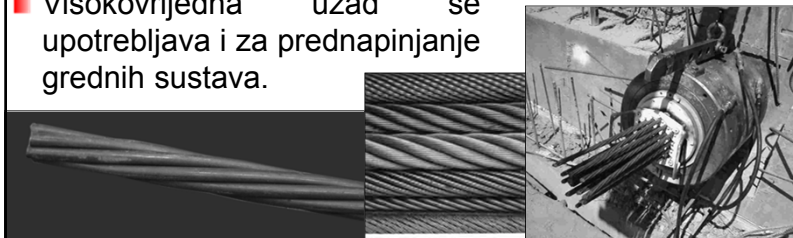


5.3.1 Uže

- Užad se danas u pravilu izvodi od visoko vrijednih čelika sa velikom vlačnim čvrstoćom.



- Visokovrijedna užad se upotrebljava i za prednapinjanje grednih sustava.

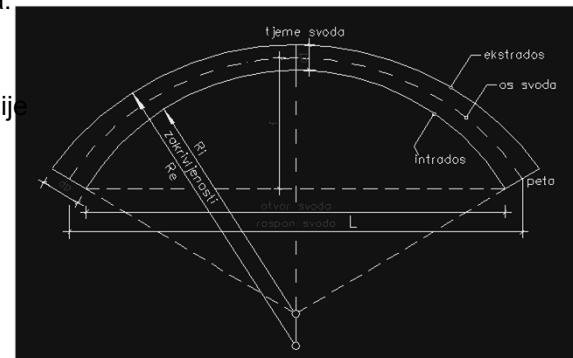


5.3.2 Luk

- Luk je zakrivljeni tlačni linijski nosivi element.
- Ako zarotiramo lančanicu za 180° dobiti ćemo također jedan praktičan oblik koji nazivamo tlačna linija, a ona predstavlja idealnu os luka.

Četiri temeljne linije luka ili svoda:

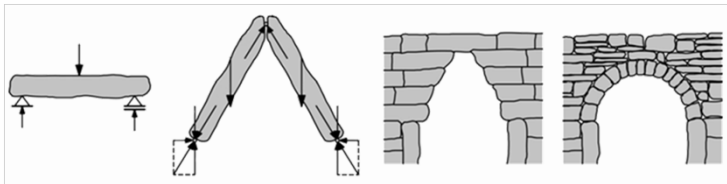
- **intrados**
- **ekstrados**
- **os svoda**
- **tlačna linija**



5.3.2 Luk

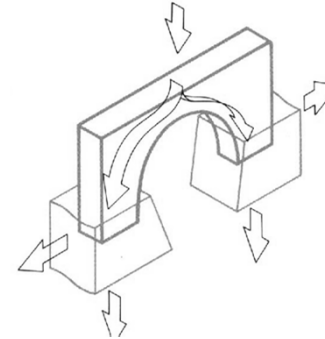
Približavanje obliku luka:

- na dva nasuprotna oslonca postavljene dvije kamene ploče u obliku trokuta
- natkrivanje otvor postepenim konzolnim prepuštanjem krajeva kamenih ploča
- kamenje raspoređeno u formu luka



5.3.2 Luk

- Vitkost luka predstavlja odnos debljine luka i raspona
- Sila koja se pojavljuje u luku je uglavnom tlačna, dok su momenti savijanja sporedna pojava.



- Sav materijal se koristi za preuzimanje visokih tlačnih naprezanja.
- Lukovi se mogu složiti i od kamenja ili građevinskih elemenata poput opeke ili predgotovljenih betonskih elemenata.

5.3.2 Luk

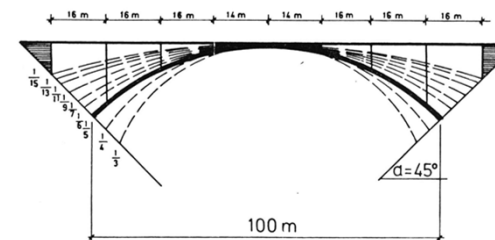
- U pravilu luk mora posjedovati krutost na savijanje samo zato da bi preuzeo momente od neravnomjerno raspoređenog opterećenja.
- Horizontalna sila na oslonce je veća što je luk plići.



- Potisak na oslonce kod luka može biti preuzet i s pomoću zatega – tada čitav sustav prema van djeluje kao prosta greda.

5.3.2 Luk

- Statički optimalan oblik luka kao onaj kod kojeg se os luka najbolje poklapa s tlačnom linijom za pretežna djelovanja. Tako dugo dok tlačna linija leži unutar jezgre poprečnog presjeka luka, u luku prevladava tlačno naprezanje

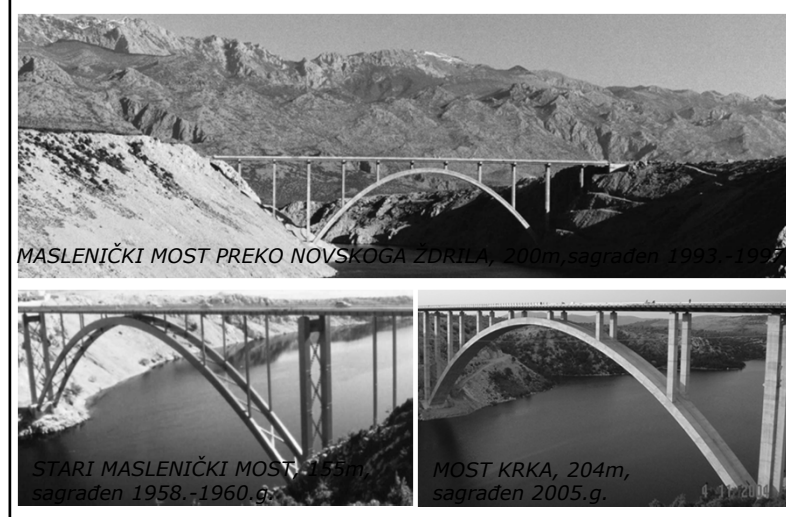


Traženje **najpogodnijeg raspona lučnog mosta** u zadanoj uvali → iznalaženje najpogodnijeg odnosa raspona i strelice za najmanje sile u luku.

5.3.2 Luk – veliki jadranski lukovi



5.3.2 Luk – veliki jadranski lukovi



5.4 Roštilj sastavljen od linijskih elemenata

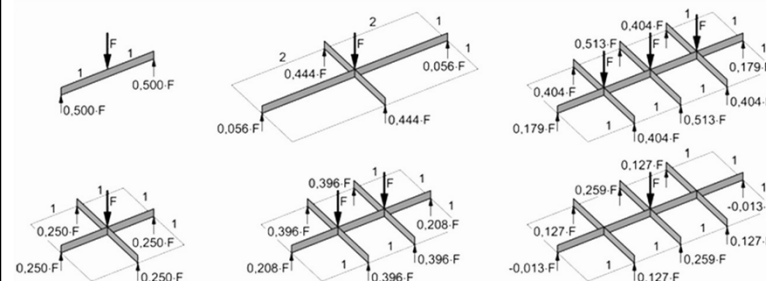
- Ako je raspoloživ veći broj oslonaca logično je iskoristiti tu mogućnost oslanjanja nosivog sustava.
- Ako se nosivi elementi polože unakrsno, a ne samo paralelno, tada se postiže mogućnost boljeg oslanjanja nosivog sustava i bolja sposobnost nošenja.
- Da bi se postigla optimalna nosivost ovakvog sustava, moraju nosači u točkama križanja biti spojeni spojem krutim na savijanje.

AB roštilj u
konstrukciji
poslovne zgrade



5.4 Roštilj sastavljen od linijskih elemenata

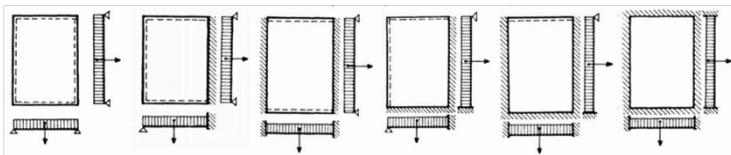
- Koncentrirana sila koja djeluje na jedan štapni element raspodijeliti će se na susjedne elemente, dok će istovremeno ti susjedni štapni elementi smetati deformiranju prvotno opterećenog štapnog elementa.



Roštiljno djelovanje unakrsno postavljenih greda

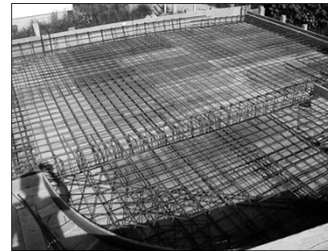
5.5.1 Ploča

- Ploča je plošni nosivi element koji prenosi opterećenje okomito na svoju ravninu.
- Vitkost ploče se definira odnosom raspona i debljine ploče (L/d).
- Osnovna razlika u odnosu na linijske nosive elemente u preuzimanju opterećenja leži u tome da je poprečno izduženje spriječeno (umanjeno) što vodi ukrućenju cjelokupnog nosivog sustava.
- Nosivost ploče znatno ovisi o njezinim uvjetima oslanjanja.



5.5.1 Ploča

- Ploče se dosta koriste u visokogradnji i uglavnom se izvode od armiranog betona.



- Čest način temeljenja je na temeljnoj ploči.
- Rebraste ploče ujedanju prednosti ponašanja pri nosivosti kontinuirane ploče i grede čija je visina jednaka visini rebra.

5.5.2 Zid

- Zid je plošni nosivi element koji prenosi opterećenje u svojoj ravnini.
- Uz prijenos vertikalnih djelovanja preuzimaju na sebe i horizontalna djelovanja.

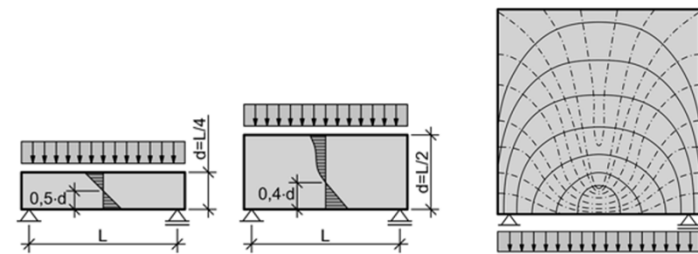


- U njima se javlja ravninsko stanje naprezanja - debljina zida u odnosu na njegovu duljinu i visinu znatno manja dimenzija.
- Nosivi zidovi u visokogradnji se općenito izvode od AB., za razliku od pregradnih zidova koji se izvode od opeke.

5.5.2 Zid

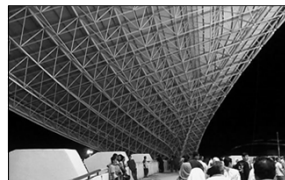
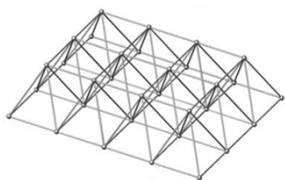
Razlika u prijenosu vertikalnog opterećenja između zidova i greda oslonjenih na dva oslonca:

- Kod zidova čija je visina veća od polovice razmaka oslonaca u njima ima prostora za formiranje tlačnog luka,
- Kod zidova čija je visina manja od polovice raspona opterećenje prenosi na način kao i kod greda - svijanjem.



5.6.1 Prostorne rešetke

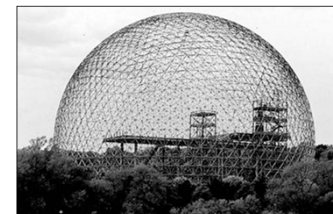
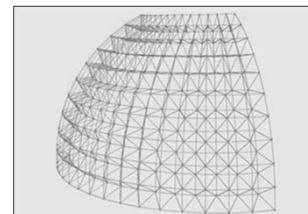
- Prostorna nosiva struktura
- Ravne prostorne rešetke ponašaju se kao debele ploče od nekog spužvastog materijala kod kojih je materijal ploče kao i njena napreznja koncentriran u štapovima rešetke.



- Upotrebljavaju se za natkrivanje velikih površina kao ravna krovista velikih raspona.
- Najčešće se izvode od čelika.

5.6.1 Prostorne rešetke

- Mogu podupirati i krovista čije su plohe krovista često razvijene u mnogo kompleksnije oblike.
- Rešetkaste kupole lako možemo zamisliti kao pune sferne kupole kod kojih smo sav materijal sfere i pripadna mu napreznja sveli u vlačne i štapove.

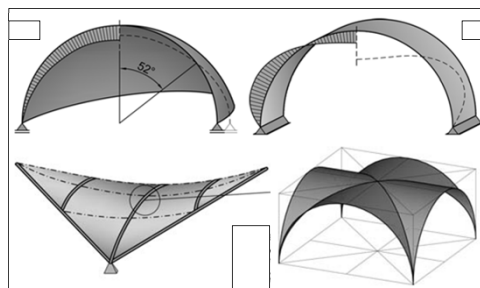


- Štapovi u rešetkastoj kupoli mogu biti u formi trokuta, peterokuta i šesterokuta a takve strukture nazivamo geodetskim kupolama.

5.6.2 Ljuske

- Ljuske su oblikom nosive strukture.
- Debljina im je znatno manja u odnosu na ostale izmjere.
- Ljuske su dovoljno tanke da u njima ne mogu nastati bitnija napreznja od savijanja, ali su dovoljno debele da mogu preuzeti opterećenja ne samo putem vlačnih i posmičnih nego i putem tlačnih napreznja.

- Oblici ljuski:
- rotacijske ljuske
- translacijske ljuske
- pravčaste ljuske
- složene ljuske



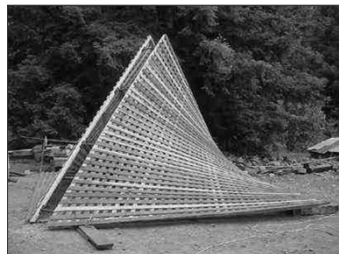
5.6.2 Ljuske

- Primjer rotacijske ljuske je kupola.
- Sferični oblik kupole nastaje rotacijom luka oko vertikalne osi.
- Primjer translacijske ljuske je bačvasti svod.
- Cilindrična ploha svoda nastaje translacijom luka duž pravca ili obrnuto.



5.6.2 Ljuske

- Primjer pravčaste ljuske je hiperbolični paraboloid poznatiji kao hipar.
- Nastaje klizanjem pravca duž dvije nezavisna mimosmjerna pravca.
- Primjer složene ljuske je križni svod.
- Nastaje kada se bačvasti svod presječe drugim bačvastim svodom pod pravim kutom.

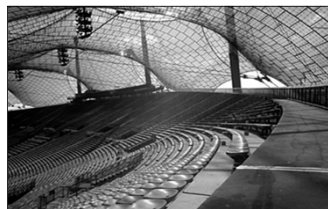
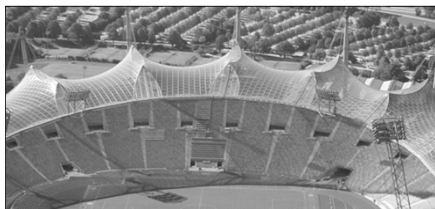


5.6.3 Membranske strukture

- Membrana - njezina debljina je neznatna u odnosu na ostale izmjere.
- U praktičnoj primjeni prenijeti samo vlačna naprezanja.
- Ne može podnijeti tlačna naprezanja a da se ne izboči.
- Nosivost membrane isključivo ovisi o njenoj vlačnoj čvrstoći.
- Primjer membrane je tekstilni materijal ili gumena folija.
- Osnovne membranske strukture su šatori i pneumatske membranske strukture.

5.6.3 Membranske strukture

- Šator kao primjer membranske strukture se upotrebljavao ga je nomadski čovjek .
- Tada je šator bio membrana čiji je raspon mogao doseći nekoliko metara, ako je njen plašt bio propisno oslonjen na tlačne potporne i stabiliziran zategnutim užadima.
- Za membrane današnjih šatora velikih raspona se upotrebljavaju posebni tehnički tekstili visoke vlačne čvrstoće i užad od visokovrijednih čelika.



5.6.3 Membranske strukture

- Pneumatske membranske strukture - ako membrana u potpunosti zatvara jedan volumen ili veći broj odvojenih volumena, moguće ju je prednapregnuti samo unutarnjim pritiskom.
- Ako čitavo krovništvo izvedemo od jedne zatvorene membranu koju iznutra napušemo zračnim pritiskom na taj način dobijemo pneumatski krov ili balonski krov.
- Napuhani jastuci od sintetskih polimernih materijala primjenjuju se za krovista ili obloge sajamskih prostora ili staklenika.

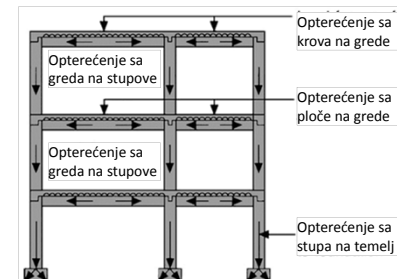


5.7 Sklapanje nosivih elemenata u strukturu

- Nosivi sustav konstrukcije je najčešće (gotovo uvijek) je sastavljen od više nosivih elemenata.
- Može ga se promatrati na barem na dvije razine – globalnoj i lokalnoj razine.
- Globalno se odnosi na čitavu građevinu, objekt ili veći skup njezinih dijelova koji djeluju kao jedna cjelina.
- Kada tu cjelinu raščlanjujemo na manje jedinice spuštamo se na lokalne razine, svaki puta na sve nižu, dok konačno ne dođemo do najelementarnijih dijelova.

5.7 Sklapanje nosivih elemenata u strukturu

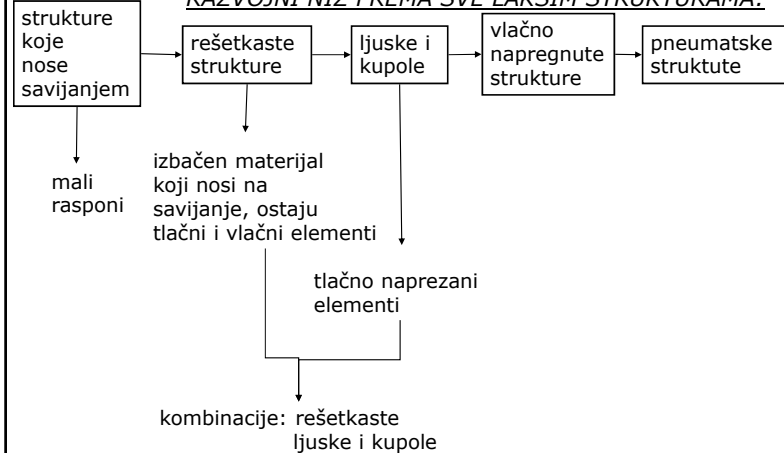
- Ploče, grede, stupovi, zidovi i temelji - oni svi zajedno omogućuju nosivoj konstrukciji da sva unutarnja i vanjska djelovanja na nju sigurno prenesu do temelja i dalje u tlo.
- Točan način prijenosa opterećenja je kompleksan.
- Osnovni koncept je da se opterećenje prenosi sa jednog elementa preko njegovih reakcija na druge elemente.



• Slijed prijenosa opterećenja

5.7 Sklapanje nosivih elemenata u strukturu

RAZVOJNI NIZ PREMA SVE LAKŠIM STRUKTURAMA:



5.7 Analiza i sinteza nosive strukture

U graditeljskoj praksi su moguće dvije sljedeće situacije:

- susret s već izvedenom građevinom
- priprema nove građevine

Te dvije situacije uvjetuju:

- analizu izvedene građevine
- sintezu nove građevine



5.8 Analiza i sinteza nosive strukture

- Analiza izvedene građevine s aspekta funkcije nosivosti zahtjeva sposobnost određivanja i ocjene nosive konstrukcije iz izgleda građevine.
- Sinteza građevine, odnosno njene nosive strukture, zahtjeva sposobnost da se iz zadatka i time definiranih djelovanja, ovisno o osobnim i društvenim iskustvima i znanjima te poznavanju raznolikosti, kvalitete i prikladnosti nosivih sustava odredi optimalno rješenje.

5.8 Analiza i sinteza nosive strukture

Kod susreta s izvedenom građevinom procesom analize nosive strukture postavljaju se sljedeća pitanja:

- da li se nosiva konstrukcija može neposredno odrediti iz građevine?
- da li se nosiva struktura može neposredno odrediti iz nosive konstrukcije?
- da li se nosiva struktura iz nosive konstrukcije može odrediti samo s velikom idealizacijom?
- da li se nosiva struktura iz nosive konstrukcije može odrediti jednoznačno?
- da li odabrana nosiva struktura najprikladnije ostvaruje nosivu funkciju građevine?
- da li je izvedba nosive konstrukcije ovisno o nosivoj strukturi bila prikladna odabranom načinu i tehnologiji izvedbe?
- da li izražajnost nosive konstrukcije određuje estetski dojam građevine?

5.8 Analiza i sinteza nosive strukture

Kod planiranja, dakle kod sinteze građevine, svjesno ili nesvjesno se između ostalog vezano iz nosive strukture daju odgovori na sljedeća pitanja:

- postoji li neki prisilni odnos između djelovanja na građevinu, odnosno funkcija koje očekujemo od nove građevine i nosive strukture?
- postoji li u prošlosti i sadašnjosti mogućnost izbora nosivih konstrukcija kako bi se odabrala nosiva struktura za specifičnu zadaću nove građevine?
- koji uvjeti posebice utječu na odabir nosive strukture?
- postoji li razumna mogućnost raspoznavanja velikog broja čimbenika i kvantificiranja njihovog učinka na postupak planiranja postoji li metoda za planiranje, odnosno stvaranje, nosive strukture?

5.9 Dimenzioniranje nosivih elemenata

- Da bi se nosiva konstrukcija ispravno dimenzionirala prije svega je potrebno ispravno pretpostaviti i usporediti djelovanja na nosivu konstrukciju i otpornost koju konstrukcija može suprotstaviti tim djelovanjima.
- *Postupak odabiranja gradiva i dimenzija elementa konstrukcije kojim se dokazuje da je računsko djelovanje manje (ili jednako) od računske otpornosti zove se dimenzioniranje.*

5.9 Dimenzioniranje nosivih elemenata

- Prilikom dimenzioniranja je uvijek potrebno zadovoljiti sljedeći uvjet:

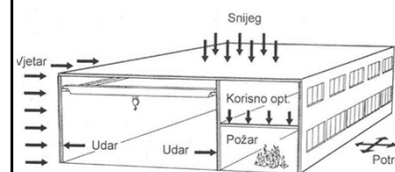
$$\text{DJELOVANJA (S)} < \text{OTPORNOST (R)}$$

- Ukoliko nije zadovoljen navedeni uvjet konstrukcija nije sigurna.
- Iz navedenog uvjeta proizlazi koeficijent sigurnosti:
 $\text{KOEFIČIJENT SIGURNOSTI (}\gamma\text{)} = \text{OTPORNOST (R)} / \text{DJELOVANJA (S)}$
- Postupak dimenzioniranja može se provesti na razini poprečnog presjeka, nosivog elementa konstrukcije i čitavog nosivog sustava.

5.9 Dimenzioniranje nosivih elemenata

Primjeri djelovanja (ili opterećenja) na građevine prema promjenjivosti tijekom vremena:

- STALNA (G)
- PROMJENJIVA (Q)
- IZVANREDNA (A)



Ragbiša = 102 kg = približno 1,0 kN

Jak udarac vjetro, približno 0,7 - 0,9 kN na odraslog čovjeka (dinamička veličina, ovisna o dimenziji i odjeći)

Uobičajen zid od opeke, debljine 100 mm, težak je = (gustoća, [masa/m³]) x (debljina) x (gravitacijsko ubrzanje, g) = 2000 x 0,1 x 9,81/1000 = 1,96 kN/m²

Betonska ploča debljine 100 mm = 2400 x 0,1 x 9,81/1000 = 2,35 kN/m²

1000 litara vode = 1m³ (1000 kg), teško je 9,81 kN

HE 140 A profili teži 25 kg/m. Može li snažan čovjek nositi profil dužine 6 do 8 metara?

Namjena prostora	Jednoliko opterećenje [kN/m²]	Koncentrirano opterećenje po 0,3 m² [kN]
Stambeni	1,50	11,40
Učionica	3,00	2,70
Sportska dvorana	5,00	3,60
Knjižnica	2,40	7,00

Vjetar

Snijeg

Udar

Požar

Potres

Velicina prema lokaciji

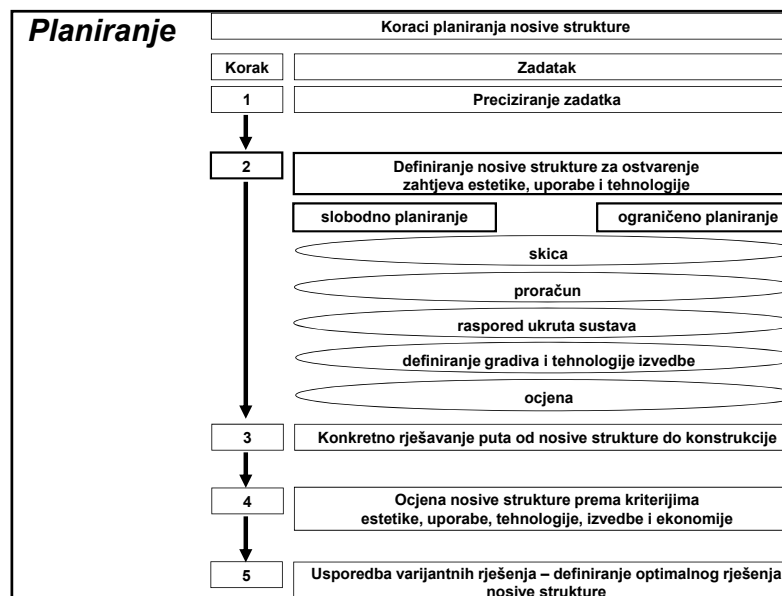
Intenzitet prema lokaciji

Dinamička opterećenja i potres - intenzitet se određuje prema lokaciji

5.10 Planiranje nosive strukture

- Planiranje nosive strukture dio je procesa projektiranja.
- Rezultat projektiranja su za izvedbu građevine potrebni nacrti i napomene dopunjeni statičkim i ekonomskim dokazima i provjerama.
- U ovom koraku teško da će se moći zaobići čovjek i njegova stvaralačka sposobnost i mogućnost kombiniranja ne egzaktno kvantificiranih informacija.
- Na područja projektiranja s jednoznačno definiranim zadacima i ciljevima mogu primijeniti sistematizacija, racionalizacija i automatiziranje.

Planiranje



5.11 Pomagala za planiranje

- ❑ Kako bi se tijekom planiranja i projektiranja kvalitetno pripremile i donijele odluke potrebno je vladati konkretnim znanjima.
- ❑ To znanje obuhvaća široki spektar pretpostavki, kriterija i utjecajnih veličina koje se odražavaju na planiranje nosive strukture kao i široki spektar mogućih nosivih struktura.

5.11 Pomagala za planiranje

Znanje o nosivim strukturama znači:

- poznavanje raznih vrsta nosivih struktura i
- poznavanje kvalitete nosivosti nosivih struktura.

Pomagala za planiranje i projektiranje čine:

- pregledi nosivih struktura, složeni prema funkcionalnim zahtjevima ili karakteristikama materijala i geometrije
- opis ponašanja nosivosti po nosivim strukturama i opisi promjene nosivosti ovisno o vrsti opterećenja i parametara materijala i geometrije.

5.11 Pomagala za planiranje

Konfrontacija s nosivom strukturom provodi se kroz sljedeće korake:

- Susret s građevinom
- Konfrontacija s principijelnim vrstama nosivih struktura
- Konfrontacija s konkretnom nosivom strukturom

Predodžba o pomagalima za analizu i sintezu nosivih struktura

Korak	1.	2.	3.
Cilj	Prepoznavanje biti nosive strukture	Prepoznavanje biti kvalitete nosivosti	Prepoznavanje ponašanja pri nošenju
Pomagalo		$\Sigma V = \Sigma N = \Sigma M = 0$ 	

Hvala na pažnji !