

**GRAĐEVINSKI FAKULTET
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

**PROJEKTOVANJE I GRAĐENJE
BETONSKIH KONSTRUKCIJA 1**

Odsek za konstrukcije

Katedra za materijale i konstrukcije (MIK)

III godina studija (28+42)

VI semester (2+3)

Red. br. nede-lje	Planirano vreme	Predavanja
1	2	Uvodni čas: o projektovanju betonskih konstrukcija - idejni, glavni projekti; sadržaj projektne dokumentacije; objekti - AB zgrade; elementi AB konstrukcija zgrada
2	2	Međuspratne konstrukcije: podela; ab. monolitne ploče, definicija, rasponi, oslanjanje, opterećenja
3	2	Monolitne međuspratne konstrukcije: ploče u jednom pravcu - pojam, statički sistemi, proračun, dimenzionisanje, armiranje
4	2	Monolitne međuspratne konstrukcije: ploče u jednom pravcu - kontinualne, proračun, armiranje, specifični slučajevi, otvori, koncentrisano opterećenje
5	2	Monolitne međuspratne konstrukcije: krstasto armirane ploče; pojedinačne - proračun, dimenzionisanje, armiranje
6	2	Monolitne međuspratne konstrukcije: kontinualne krstasto armirane ploče - proračun, armiranje; ekstremni uticaji
7	2	TEST
8	2	Monolitne međuspratne konstrukcije: trougaone, trapezne, kružne; prstenaste, veza sa prstenastom gredom; proračun, armiranje
9	2	Monolitne međuspratne konstrukcije: podvlake - sistemi, dimenzionisanje, armiranje, redistribucija momenata
10	2	Monolitne međuspratne konstrukcije: ploče direktno oslonjene na stubove, statički uticaji, modeli za proračun, statički uticaji, armiranje; probijanje; pečurkaste ploče
11	2	Monolitne međuspratne konstrukcije: sitnorebraste, kasetirane, ploče na grednim roštiljima. Prikaz nekih karakterističnih rešenja.
12	2	Polumontažne međuspratne konstrukcije TM, Fert, Avramenko, Omnia; karakteristike, proračun, armiranje
13	2	Montažne međuspratne konstrukcije: korube, ošupljene ploče, durisol. Projektovanje konstrukcija ab zgrada: podela prema nameni i izbor međuspratnih i krovnih konstrukcija; rad na projektu - timovi. Sistemi konstrukcija AB zgrada: ramovski, sa zidovima, kombinovani, panelni
14	2	Poseta gradilištu

LITERATURA:

1. Ž. Radosavljević, D. Bajić: **ARMIRANI BETON 3**, Elementi armiranobetonskih konstrukcija, Građevinska knjiga Beograda, 1989. (2001.)
2. Grupa autora: **BETON I ARMIRANI BETON PREMA BAB 87**, Tomovi 1 i 2, Građevinska knjiga, Beograd, 1999.
3. D. Najdanović: **BETONSKE KONSTRUKCIJE**, Gros knjiga, III izdanje, Beograd, 2005.
4. D. Najdanović: **MODELI PRORAČUNA ARMIRANOBETONSKIH NOSAČA U OBLASTIMA SMICANJA I DISKONTINUITETA**, Monografija, Građevinski fakultet, Beograd, 2001.

Predispitne obaveze

Predispitne obaveze nose ukupno 30 poena.

VEŽBANJA: Vežbanja se obavljaju kao kolektivna i individualna u grupama od oko 20 studenata. Tokom vežbanja studenti polažu dva kolokvijuma koji ukupno nose do 20 poena, i rade elaborat koji nosi do 10 poena, od čega se do 3 poena dodeljuju za aktivnost na vežbanjima. Aktivnost se ocenjuje na individualnim vežbanjima (najmanje tri termina u toku semestra).

Minimalni broj poena za dobijanje potpisa je 10.

POSETA GRADILIŠTU: Poseta gradilištu je obavezna, u okviru časova predavanja ili vežbanja. Obilazak gradilišta je organizovan iz pružanje potrebnih objašnjenja u vezi sa projektom i na činom izvođenja na licu mesta.

Ispitne obaveze

NAČIN POLAGANJA ISPITA: Ispit je pismeni i usmeni.

Pismeni ispit traje 4 sata uz mogućnost korišćenja literature. Ocena sa pismenog ispita nosi do 35 poena.

Usmeni ispit se polaže najmanje 7 dana posle uspešno ploženog pismenog ispita. Na usmenom delu ispita se izvlače 2 pitanja, odgovara se na tabli i nije moguće koristiti literaturu. Ocena sa usmenog dela ispita nosi do 35 poena.

Ukupan broj poena iz predispitnih i ispitnih obaveza definiše konačnu ocenu iz ovog predmeta.

USLOVNI PREDMETI: Uslov za polaganje pismenog dela ispita iz ovog predmeta je položen ispit iz predmeta "Teorija betonskih konstrukcija" (V semestar).

Izgradnja objekata obuhvata:

0. Prethodni radovi (istraživanje i analiza rel. Uslova: geotehnika, geodezija, seizmika itd.)
- I. Lokacijski uslovi (nije obavezno)
- II. Generalni projekat, prethodna studija opravdanosti
- III. Idejno rešenje
- IV. Lokacijski uslovi (javna isprava, mogućnosti, ograničenja i uslovi gradnje na parceli)
- V. Idejni projekat, studija opravdanosti, revizija
- VI. Projekat za građevinsku dozvolu
- VII. Tehnička kontrola projekta za građevinsku dozvolu
- VIII. Izvod iz projekta za građevinsku dozvolu
- IX. Građevinska dozvola
- X. Prijava radova
- XI. Projekat za izvodjenje
- XII. Izgradnja objekta
- XIII. Stručni nadzor
- XIV. Projekat izvedenog objekta
- XV. Prikličenje objekta
- XVI. Tehnički prijem objekta
- XVII. Upotrebna dozvola

Projektovanje je složen proces - zahteva timski rad u koji su uključeni:

- arhitekta (izgled, oblikovanje, rešenje prostora, funkcija),
- građevinski inženjeri - konstrukteri (nosivost i stabilnost),
- građevinski inženjeri - hidraši (hidro instalacije),
- mašinski inženjeri (grejanje, klimatizacija),
- elektro instalacije.

Sa tačke gledišta građevinskog inženjera konstruktora, objekat mora da prihvati i prenese do tla sva propisana (računska) opterećenja (dejstva) sa potrebnim koeficijentom sigurnosti sa prihvatljivim deformacijama i uz potrebnu stabilnost.



GLAVNA SVESKA

- Sadrži propisani formular koji treba popuniti podacima iz projekata.
- Glavnoj svesci se mogu priložiti i drugi podaci i dokumenti koji nisu deo obaveznog sadržaja tehničke dokumentacije (projektni zadatak, kopija lokacijskih uslova, kopija plana, overena katastarsko topografka podloga i dr.).
- Glavna sveska se u tehničkoj dokumentaciji označava oznakom »0«.

PROJEKTI

- projekti su deo tehničke dokumentacije koji se izrađuju prema oblastima i sadržaju
- projekti su u tehničkoj dokumentaciji označeni rednim brojem i obavezno složeni u sveske, prema sledećem redosledu:

1- ARHITEKTURA

2- **KONSTRUKCIJA** I DRUGI GRAĐEVINSKI PROJEKTI (**2/1 KONSTRUKCIJA**, 2/2 SAOBRAĆAJNICE, ...)

3- HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE (3/1 VODOVOD, 3/2 KANALIZACIJA, ...)

4- ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE

5- TELEKOMUNIKACIONE I SIGNALNE INSTALACIJE

6- MAŠINSKE INSTALACIJE

7- TEHNOLOGIJA

8- SAOBRAĆAJ I SAOBRAĆAJNA SIGNALIZACIJA

9- SPOLJNO UREĐENJE, PEJZAŽNA ARHITEKTURA I HORTIKULTURA

10- PRIPREMNI RADOVI

ELABORATI

- mere za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat (elaborat o **geotehničkim uslovima** izgradnje, **mikroseizmička reonizacija**, elaborat zaštite od požara, elaborat energetske efikasnosti, studija o proceni uticaja na životnu sredinu...)
- tekstualni, numerički i grafički prilozi potpisani i overeni od strane ovlašćenog lica **na osnovu predhodnih istraživanja**

TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Generalni projekt (GP)

za potrebe izrade prethodne studije opravdanosti -
podleže reviziji (stručnoj kontroli)

- makrolokacija i prostorna dispozicija objekta
- utvrđivanje osnovnih karakteristike objekta (etapnost gradnje, uslovi eksploatacije, uticaj na životnu sredinu, osnove za ekonomsku analizu)
- izbor optimalne varijante
- sagledavanje resursnih i prostornih mogućnosti i ograničenja izgradnje

Idejno rešenje (IDR)

za potrebe pribavljanja lokacijskih uslova
(deo urbanističkog projekta)

- Prikaz planirane koncepcije objekta, sa prikazom i navođenjem svih podataka neophodnih za utvrđivanje lokacijskih uslova

**Idejni
projekat
(IDP)**

za potrebe izrade studije opravdanosti - podleže
reviziji (stručnoj kontroli) projekta
za potrebe pribavljanja rešenja o odobrenju za
izvođenje radova

- skup međusobno usaglašenih projekata
- određuje namenu, položaj, oblik, kapacitet, tehničko-tehnološke i funkcionalne karakteristike i izgled objekta
- okvirni dokaz ispunjenost osnovnih zahteva za objekat.

**Projekat za
građevinsku
dozvolu
(PGD)**

za potrebe pribavljanja Građevinske dozvole

- skup međusobno usaglašenih projekata
- definiše položaj i kapacitet objekta na lokaciji, funkcionalnost, prostorno oblikovanje,
- **definisanje izbor konstrukcijskog sistema, dimenzionisanje glavnih elemenata konstrukcije**
- načelni izbor građevinskih materijala, instalacija i opreme i dr.

**Projekat za
izvođenje
(PZI)**

**za potrebe građenja objekta i
izvođenja radova**

- Skup međusobno usaglašenih projekata neophodnih za izvođenje građevinskih, zanatskih, instalaterskih radova i drugih radova.
- Utvrđuju se **građevinsko-tehničke**, tehnološke i eksploatacione **karakteristike objekta** sa opremom i instalacijama, **rešenja za izgradnju objekta**, investiciona vrednost objekta, kao i uslovi održavanja objekta.
- **Razrađuju se detalji i tehnološka rešenja** koji su određeni projektom za građevinsku dozvolu.
- Izrada projekta za izvođenje je obavezna za građenje objekata za koje je pribavljena građevinska dozvola, kao i pri rekonstrukciji objekata.

**Projekat
izvedenog
objekta (PIO)**

**za potrebe pribavljanja upotrebne
dozvole, korišćenja i održavanja objekta**

- Skup međusobno usaglašenih projekata sa prikazom svih detalja izgrađenog objekta neophodnih za utvrđivanje njegove podobnosti za upotrebu.

Sadržaj IDEJNOG PROJEKTA

Tekstualna dokumentacija

- **tehnički opis** sa opštim podacima o objektu, odnosno vrsti radova, izbor i opis predviđenih materijala, instalacija i opreme, popis predviđenih radova i dr.

Numerička dokumentacija

- tabelarni prikazi površina objekta po prostorima i etažama,
- **opšte proračune konstrukcije**
- opšte proračune instalacija i opreme
- procenu potrošnje i dr.

Grafička dokumentacija

- u projektu arhitekture: situacioni plan (1:500-1:200), osnovu temelja, osnove svih etaža, osnovu krova, dva karakteristična preseka i izgled objekta (1:200-1:100);
- **u projektu konstrukcija i drugim građevinskim projektima: dispoziciju, konstruktivni sistem, plan pozicija i dimenzije ključnih konstruktivnih elemenata, osnove, karakteristične preseke;**
- u projektima instalacija: osnovne šeme rasporeda instalacija, opreme i postrojenja.

Sadržaj PROJEKTA ZA GRAĐEVINSKU DOZVOLU

Tekstualna dokumentacija

sadrži tehnički opis sa:

- opštim podacima o lokaciji objekta,
- opis klimatskih uslova i zona seizmičnosti, i drugih uslova lokacije objekta
- opisom izvršenih prethodnih istraživanja,
- opisom usklađenosti sa lokacijskim uslovima,
- oblikovnim, programskim i funkcionalnim karakteristikama objekta,
- podacima o konstrukciji objekta, uslovima fundiranja i izborom konstruktivnog, sistema,
- opisom predviđenih materijala,
- podacima o projektovanim instalacijama i opremi,
- opisom etapnosti i faznosti građenja,
- opisom mera za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i dr.

Numerička dokumentacija

- tabelarne prikaze površina objekta po prostorima i etažama, sa prikazom namena,
- opšti proračun konstrukcije kao i proračun glavnih nosećih elemenata konstrukcije i fundamenata sa dimenzionisanjem,
- Proračune instalacija i opreme ...,
- procenjenu vrednost projektovanih radova i dr.

Grafička dokumentacija

- u projektu arhitekture: situacioni plan (1:500–1:200), osnovu temelja, osnove svih etaža, dva preseka...
- u projektu konstrukcija i drugim građevinskim projektima: dispoziciju, konstruktivni sistem, plan pozicija i dimenzije ključnih konstruktivnih elemenata, osnove, karakteristične preseke, karakteristične detalje i šeme;
- u projektima instalacija: osnovne šeme rasporeda instalacija, opreme i postrojenja ...
- u projektu tehnologije: dispozicioni prikazi sa elementima ...
- u projektu spoljnog uređenja: situaciono nivelacioni plan (1:500–1:200), osnovu....

Sadržaj PROJEKTA ZA IZVOĐENJE

Tekstualna dokumentacija

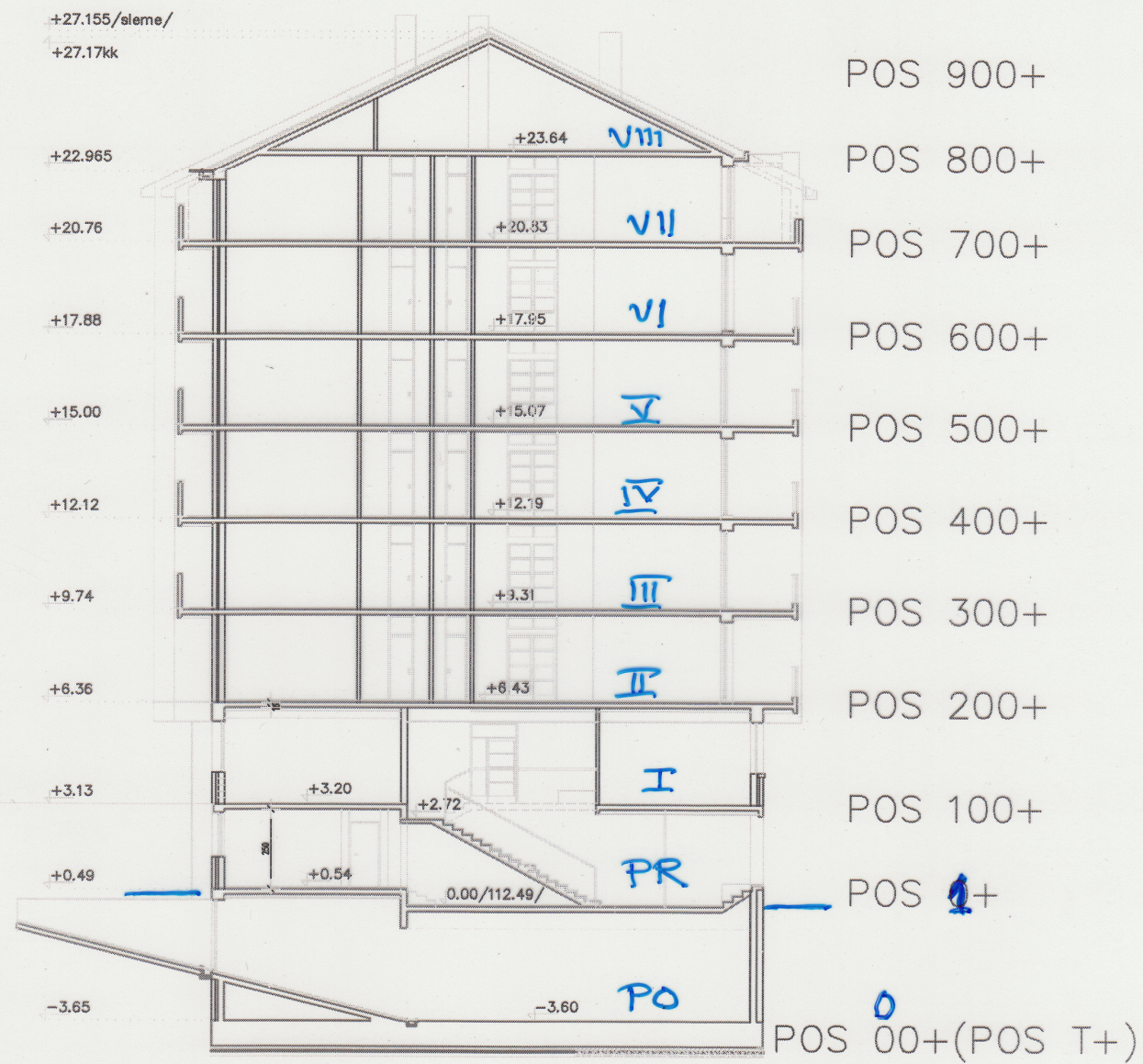
- **tehnički opis** koji sadrži: tehničke karakteristike građevinskih materijala i opreme predviđenih za ugradnju, opis mesta i načina njihove ugradnje, opis izabranog konstruktivnog sistema, opis metodologija radova na izvođenju fundiranja i konstrukcije, opis neophodnih ispitivanja i merenja.

Numerička dokumentacija

- **detaljne proračune konstrukcije i konstrukcijskih detalja**
- **dimenzionisanje**
- izbor instalacija i opreme sa definisanim neophodnim karakteristikama i potrošnjom energije i dr.

Grafička dokumentacija

- crteže, šeme i detalje građevinskih, zanatskih i instalacionih radova;
- zbirne crteže (sinhron-planove) instalacija i opreme;
- crteže, šeme i detalje sa uputstvima za ugradnju elemenata i opreme;
- tehnološke šeme;
- **crteže i detalje tehnologije gradnje;**
- **crteže i detalje temelja i konstrukcije, sa detaljima oplata i armature, detaljima spojeva, dilatacija i oslonaca, detaljima prodora kroz konstruktivne elemente i dr.;**
- crteže i detalje izolacija;
- crteže i detalje kojima se obezbeđuju mere za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat;
- **šeme i prikaze faznosti gradnje;**
- crteže i detalje priključnih vodova;
- druge potrebne crteže i prikaze.



PLAN POZICIJA
VERTIKALNI PRESEK

Projektovanje konstrukcija armiranobetonskih (objekata) visokogradnje

Armiranobetonske zgrade prema svojoj nameni mogu se podeliti na:

- zgrade za stanovanje
- poslovne objekte (banke, poslovne zgrade)
- javne zgrade - ministarstva, administracija
- oblasti kulture i obrazovanja - škole, pozorišta, bioskopi, muzeji
- turistički objekti (hoteli i prateći objekti)
- industrijski objekti (u kojima se odvija neki proces proizvodnje, ili služe za skladištenje robe).

Opterećenja (dejstva) na konstrukcije zgrada

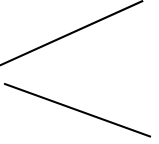
Posebnim propisima za dejstva definišu se opterećenja koja se koriste u proračunima. Na osnovu njih vrši se analiza opterećenja koja deluju na pojedine elemente ili na celokupnu konstrukciju objekta. Time se definišu šeme opterećenja koje se primenjuju na statički sistem proračunskog modela objekta. Kada je potrebno, definišu se kombinacije šema opterećenja koje daju najnepovoljnije statičke uticaje na osnovu kojih se dimenzionišu elementi konstrukcije.

Stara podela opterećenja, koja datira iz 1948. godine: I osnovna, II dopunska i III naročita (izuzetna).

Dejstva sa klasifikaciju prema promenljivosti u toku vremena (prema PBAB 87):

1. Stalna
2. Promenljiva (korisna, pokretna, sneg, vetar)
3. Ostala (temperatura, skupljanje, sleganja oslonca).

Podela opterećenja prema pravcu delovanja:

a) vertikalna:  stalno
opterećenje
korisno
(pokretno) uglavnom
gravitaciona

b) horizontalna: korisno (promenljivo): vetar, bočni pritisak vode, bočni pritisak zemlje

1. Stalna opterećenja

sopstvena težina konstrukcije i njenih elemenata, težine podova, plafona, fasada, pregradnih zidova, instalacija, stalne (nepokretne) opreme

2. Promenljiva

- korisna opterećenja

intenzitet zavisi od namene prostora i pretežno su jednako podeljena opterećenja (kN/m^2) posledica su ljudske navale, saobraćaja, pokretne opreme, uskladištenog mat.

- sneg
- vetar

3. Ostala dejstva:

- promena temperature (sezonska)
- neravnomerno sleganje oslonaca
- razmicanje oslonaca
- skupljanje betona
- sile kočenja

4. Izuzetno – seizmička dejstva

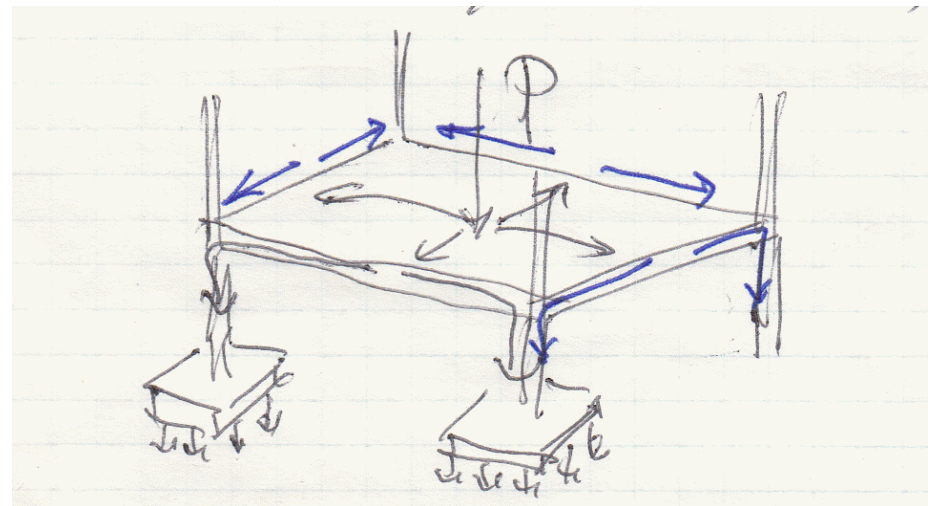
Kombinacije opterećenja od seizmičkog dejstva: seizmičke sile (generalno su horizontalne) + stalno + korisno (celokupno ili deo) + sneg.

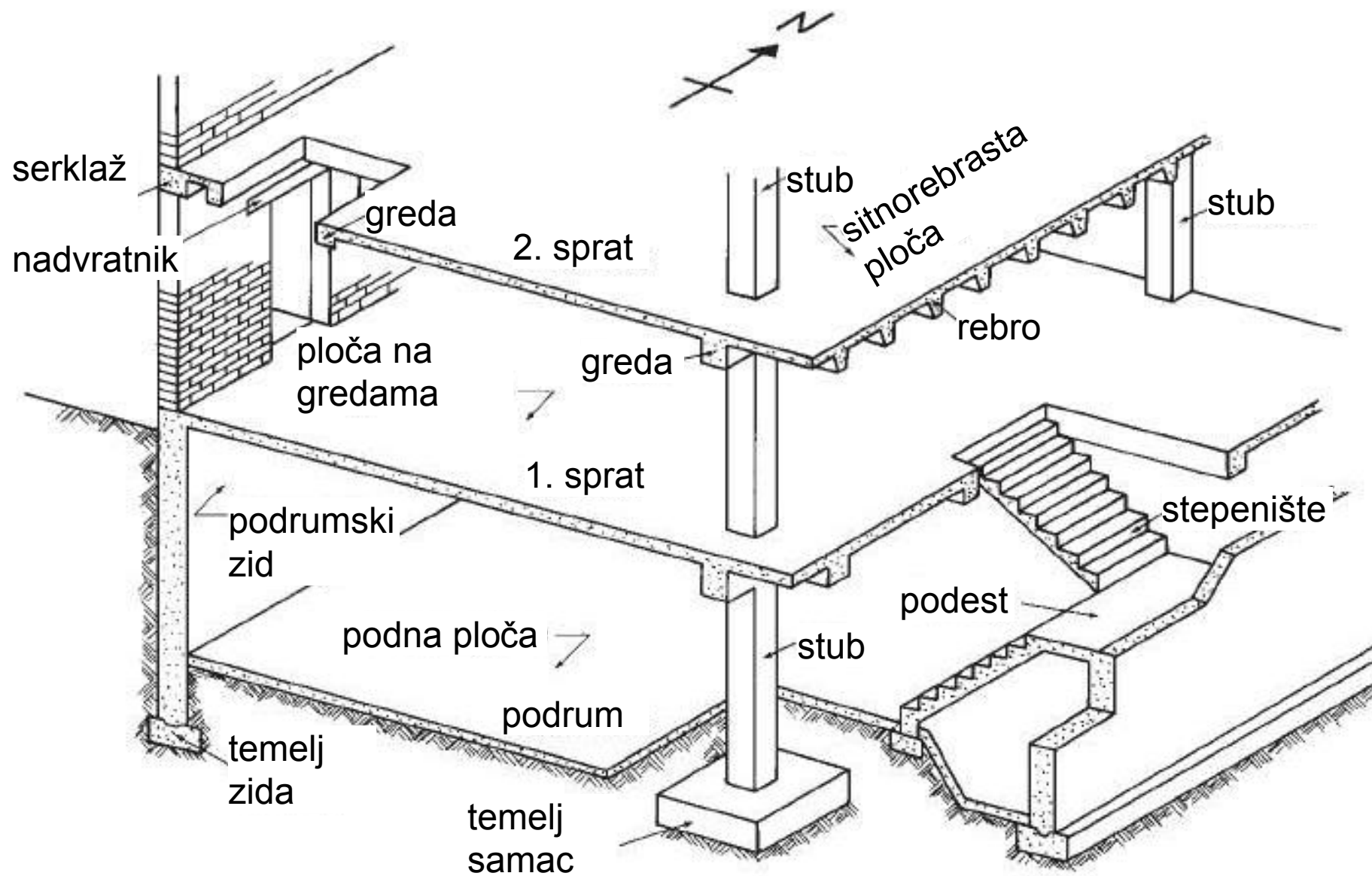
Elementi konstrukcija zgrada od armiranog betona

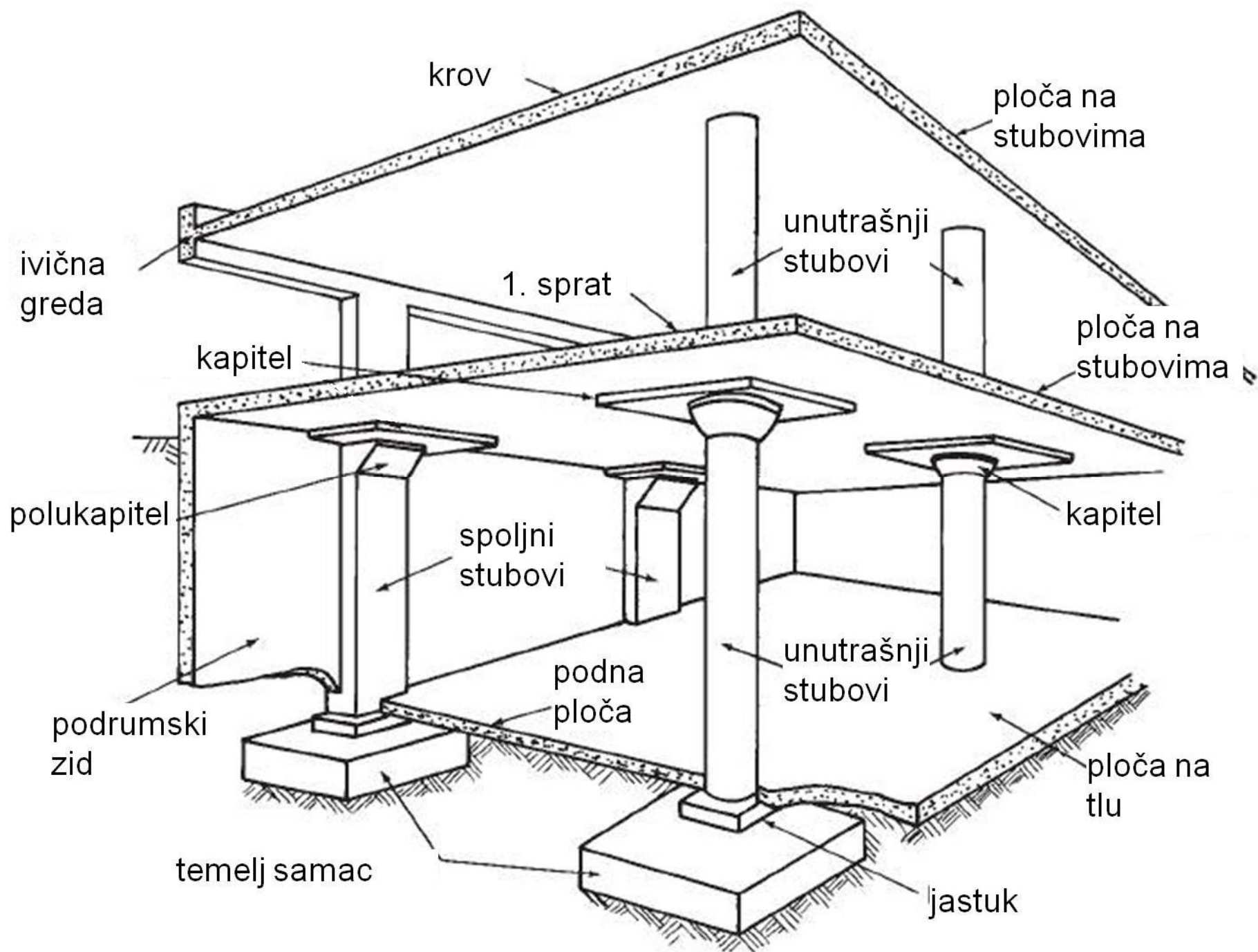
Gotovo svaka konstrukcija od armiranog betona sastoji se od sledećih grupa pojedinačnih elemenata:

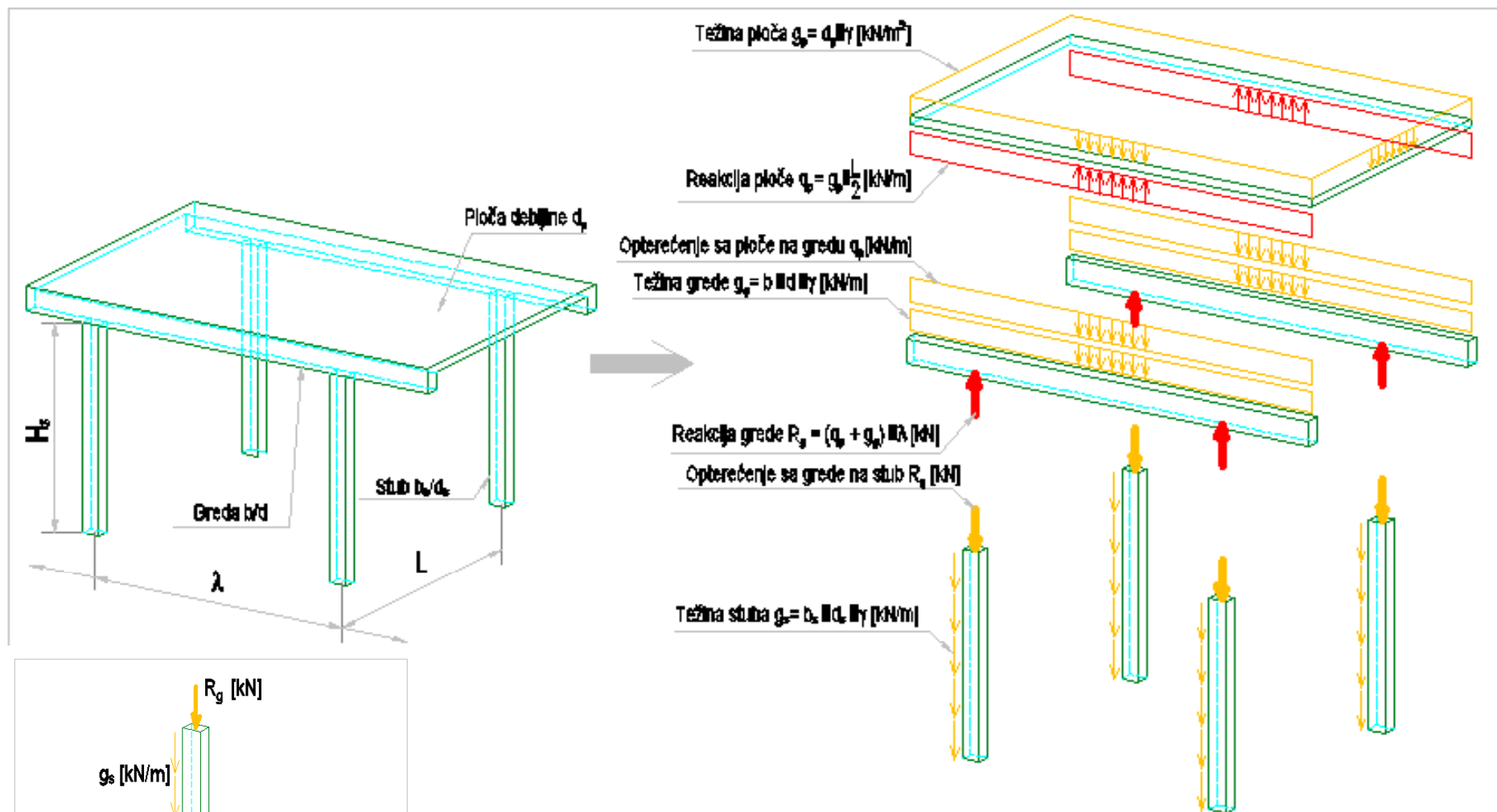
- Temelja (razmatraju se u fundiranju)
- Vertikalnih elemenata konstrukcije – stubovi, zidovi, jezgra
- Međuspratnih konstrukcija, kao i krovne konstrukcije (koja može biti istog ili različitog konstruktivnog sistema)
- Stepenišne konstrukcije.

Razmatraćemo elemente počevši od međuspratnih konstrukcija, zato što se opterećenje, najvećim delom, prenosi sa međuspratnih konstrukcija na vertikalne elemente do temelja, i zatim, do tla.









Podsetnik:
 Analiza i svođenje opterećenja
 Sopstvena težina konstrukcije

Korisna opterećenja zgrada

Kod nas ne postoji, nažalost, jedinstven pravilnik za opterećenja. U upotrebi je JUS U.C7.121./1988. godine pod nazivom "Korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada"

Tabela - Najmanje nazivne vrednosti ravnomerno raspodeljenog opterećenja tavanica $[KN/m^2]$

Redni broj	Vrsta zgrada i namena	Najmanja nazivna vrednost opterećenja, u kPa
1	2	3
1	Stambeni prostori; spavaće sobe u dečijim vrtićima i školama; boravci; hotelske sobe; bolničke i sanatorijumske prostorije	1,5 KN/m^2
2	Kancelarijske sobe; učionice u školama i internatima; ostave; tuševi i kupatila; sanitarni prostori u industrijskim i javnim zgradama	2,0
3	Učionice i laboratorije u zdravstvu, školstvu i naučnim institucijama; sobe sa uređajima za obradu podataka; kuhinje u javnim zgradama; tehničke prostorije; podrumske prostorije i sl.	2,0

1	2	3
4	Dvorane: a) čitaonice (bez polica za knjige) b) za ručavanje (u kafeima i restoranima) c) konferencijske, pozorišne i koncertne, sportske, plesne, čekaonice i sl. d) odeljenja robnih kuća (prodavnica) e) izložbene	2,0 2,0 4,0 4,0 2,5
5	Police s knjigama u bibliotekama; biroi sa policama za čuvanje dokumentacije; bine u pozorištima	5,0
6	Gledališta: a) sa fiksiranim sedištima b) bez fiksiranih sedišta	4,0 5,0
7	Mrtvi prostori, galerijske međuspratne tavanice (dodaje se opterećenju od uređaja i materijala)	0,7
8 ¹⁾	Terase i krovovi: a) za odmor b) na kojima se očekuje navala ljudi koji napuštaju dvorane, kancelarije, radio-nice i sl.	1,5 4,0

9 ²⁾	Balkoni i lođe:	
	a) pojas ravnomerno opterećene površine širine 0,8 m duž ograde	4,0
	b) ravnomerno opterećenje po celoj površini balkona, ukoliko je uticaj tog opterećenja nepovoljniji od onog pod a)	2,0
10	Predvorja, foajei, hodnici, stepeništa (sa prilaznim pasažima); vezuje se sa prostorijama pod rednim brojem:	
	a) 1	2,5
	b) 2 i 3	3,0
	c) 4 i 5	4,0
	d) 6	5,0
11	Platforme staničnih i peronskih prostora železnica i podzemnih železnica	4,0
12	Garaže i parkirne površine za putnička vozila i laka dostavna vozila (ne kamioni).	2,5
Napomene: 1) Ova opterećenja se uzimaju umesto opterećenja snegom ukoliko je efekat tog opterećenja nepovoljniji. 2) Ova opterećenja se uzimaju u proračun prilikom provere nosećih elemenata balkona (lođa) i zidova. U proračun donjih delova zidova, oslonjenih na temelje, uzima se da je opterećenje balkona i lođa jednako opterećenju od ostalih delova zgrade i može se redukovati u skladu sa t. 4 ovog standarda. 3) Mirno kretanje ljudi i pomeranje nameštaja obuhvaćeno je vrednostima datim u tabeli.		

Dejstvo snega

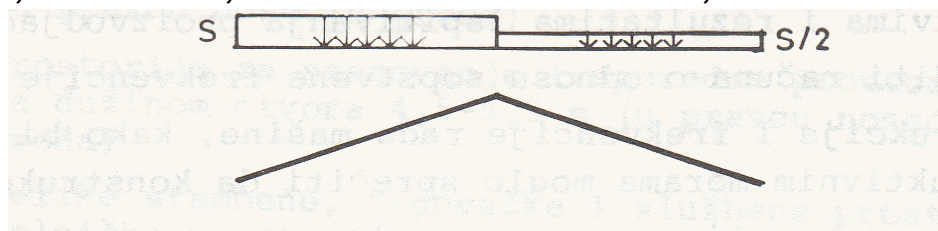
Usvaja se opterećenje $s = 0,75 \text{ kN/m}^2$ po osnovi krova površine kada je nadmorska visina (n.v.)

$A \leq 500 \text{ mm}$.

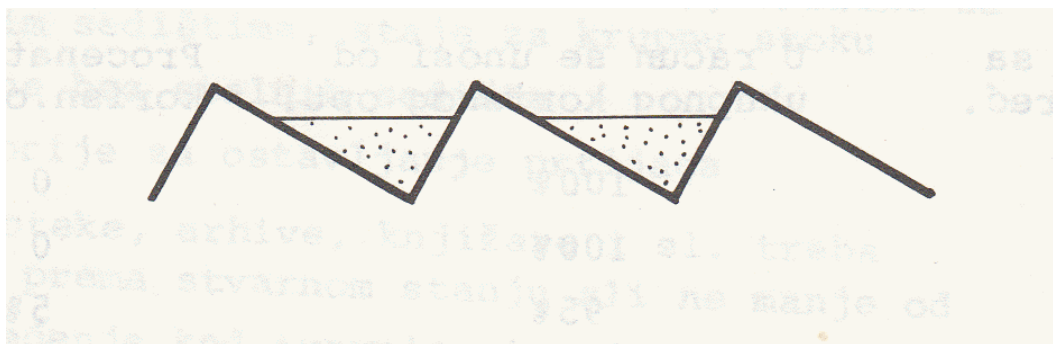
Kada je $A > 500 \text{ mm}$

$$S = 0,75 + \frac{0,01A - 5}{4}$$

Ovo je iz privremenih propisa koji datiraju iz 1947. godine, pa se moraju obnoviti sa podacima hidrometeoroloških merenja u poslednjih 50 godina. Opterećenje s zavisi i od nagiba krovne ravni α . Tako je za $\alpha \leq 20^\circ \rightarrow s = 0,75 \text{ kN/m}^2$, za $\alpha = 45^\circ \rightarrow s = 0,50 \text{ kN/m}^2$, a za $\alpha > 60^\circ \rightarrow s = 0,00$.



Treba voditi računa o mogućnosti nagomilavanja snega kod krovova čije su površine izlomljene:

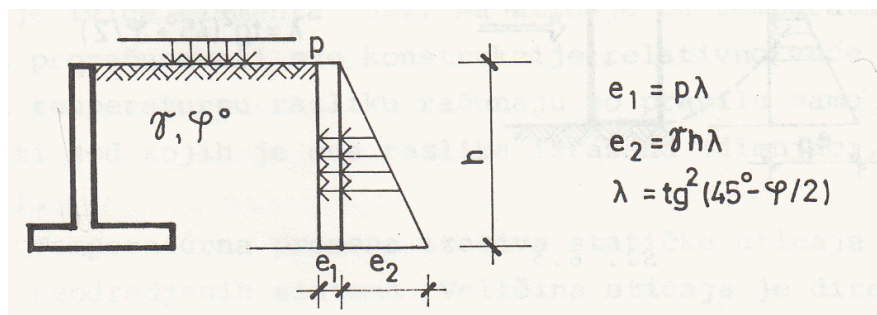


Dejstvo vetra

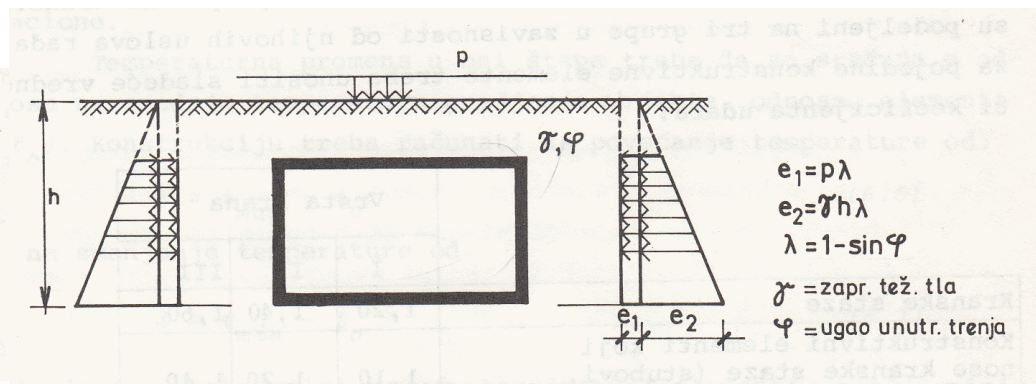
Novi standard JUS U.C7.110-113/91. godine je prilično komplikovan i primenjuje se uglavnom u proračunu čeličnih konstrukcija. Za betonske konstrukcije vetar često nije merodavan, već su to seizmička dejstva.

Uticaj vetra zavisi od geografske zone (odnosno od brzine vetra), oblika i visine objekta, izloženosti (odnosno, topografije terena). Za specijalne oblike objekta (visoki objekti - tornjevi, sportske hale...) treba raditi ispitivanja u aero tunelima. Može da bude interesantno i dinamičko dejstvo vetra za neke konstrukcije.

Pritisak zemlje na objekte



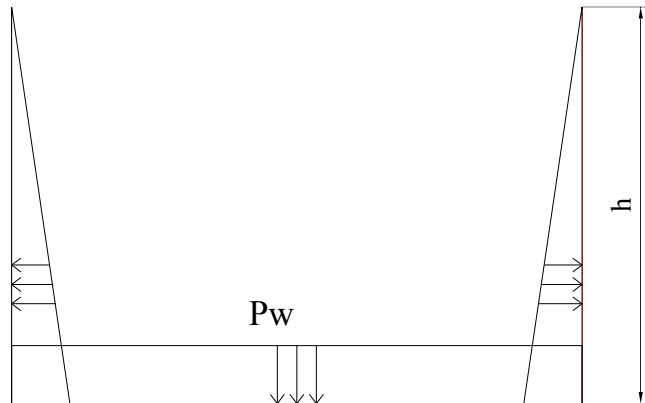
Aktivni pritisak tla



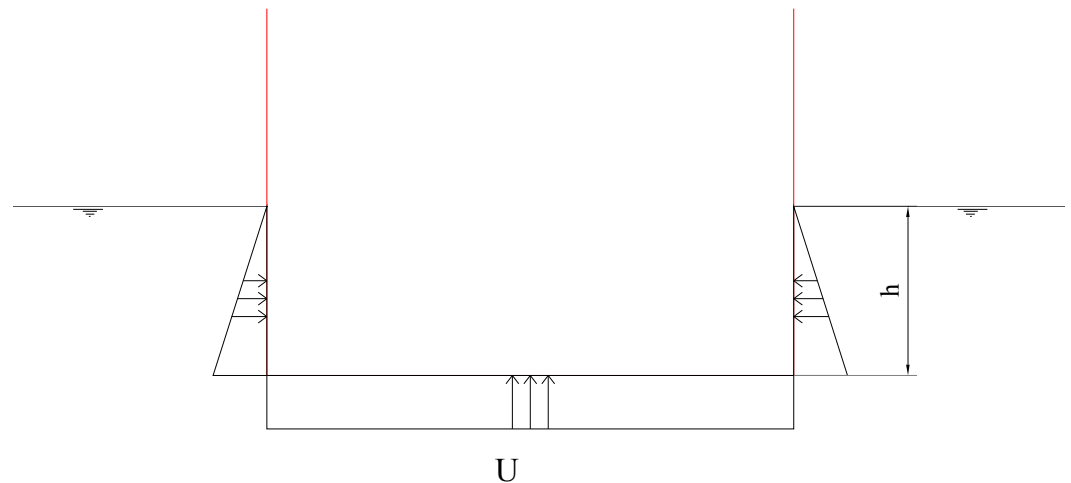
Pritisak tla u miru

Pritisak vode

$$p_w = \gamma_w h$$



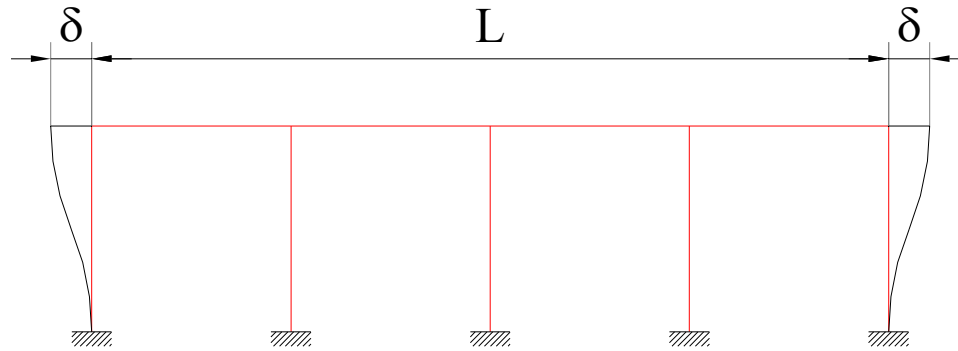
$$U = p_w h$$



Seizmički uticaji (dejstva) biće predmet posebnih analiza u VII semestru u okviru Projektovanja i građenja betonskih konstrukcija II.

Temperatura

$$\delta = \alpha_t (L/2) t$$



Izaziva prinudne deformacije elemenata konstrukcije. Zavisi od dimenzija objekata (L). Za dimenzije ispod 30 m obično nije potrebno raditi proračun. Za veće dužine izvode se dilatacije na rastojanju 60-80 m, ako su zatvoreni fasadama, a za otvorene od 30-40 m. Računski se usvaja kao min. sezonska temperatura $\pm 15^\circ\text{C}$, ali ipak treba realno proceniti u odnosu na temperaturu pri izvođenju objekta. Pri sezonskim promenama, treba uzeti u obzir da se promena temperature lagano obavlja, pa uticaj tečenja betona treba uzeti u obzir, n.pr. redukcijom modula deformacije betona:

$$E_{b(t)} = \frac{E_{b0}}{1 + \chi \cdot \varphi} \quad \left(\frac{E_{b0}}{2} \right) \text{ obično se usvaja}$$

Skupljanje betona

Spada u prinudne deformacije - ekvivalentan je uticaju od pada temperature (n.pr. $\varepsilon_{sk}=0,6\text{‰}$ $\leftrightarrow$ $-t = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Zbog dugotrajnog procesa, istovremenog i afinog sa tečenjem betona, redukcija modula deformacije:

$$E_{b(t)} = \frac{E_{bo}}{1 + \chi \cdot \varphi} \quad \text{obično može biti} \quad \frac{E_{bo}}{3}$$

Naši propisi preporučuju proračun sa zamenjujućom temperaturom $t = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Neravnomerno sleganje oslonaca

Izaziva prinudne deformacije elemenata konstrukcije.

Propisi ne definišu $\rightarrow$ ostavlja se projektantima da ovaj uticaj realno procene i uvrste ga ili ne u proračun. Izborom pravilnog načina fundiranja obično se može da izbegne. Sleganje je sastavljeno iz trenutnog i konsolidacionog (dugotrajnog).

Konsolidaciono slesganje je takođe dugotrajan proces koji se obavlja paralelno sa tečenjem betona, pa je i u ovom slučaju realno računati sa redukcijom modula deformacije betona.