

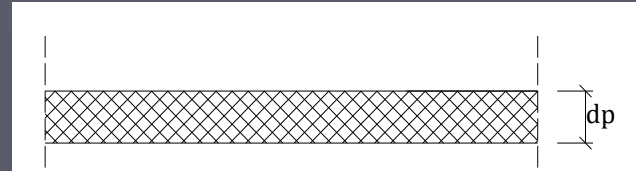
2. FAZE PRORAČUNA KONSTRUKCIJA

Faze proračuna koje prethode dimenzionisanju

- **Analiza konstrukcije**
Vrši se pozicioniranje konstruktivnih elementa i prepozna je tok sila u konstrukciji, od krova do temelja.
- **Amaliza opterećenja – dejstva na konstrukciju**
Prepoznaju se sva karakteristična dejstva u fazi eksploatacije i izvođenja konstrukcije.
Sračunavaju se vrijednosti opterećenja za pojedine konstruktivne elemente uz korišćenje važećih propisa.
Vrši se kombinacija odgovarajućih dejstava.
- **Određivanje uticaja u konstrukciji**
Idealizacija konstrukcije "statički sistem" ili "računski model".
Proračin statičkih uticaja u zavisnosti od statičkog sistema i nanijetih opterećenja uz uvažavanje uslova oslanjanja.

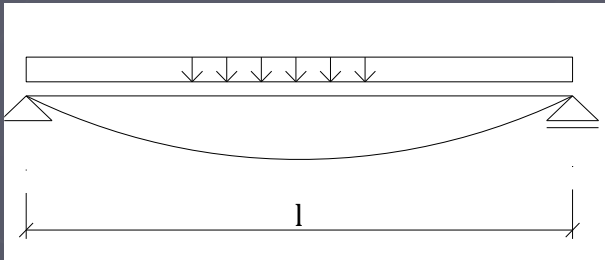
MEĐUSPRATNA TAVANICA –AB PLOČA

$$\min d_p = \begin{cases} 5 \text{ cm} & \text{krovne ploče} \\ 7 \text{ cm} & \text{ploča sa pod. opt} \\ 10 \text{ cm} & \text{ploče za pld. noz.} \\ 12 \text{ cm} & \text{ploče za ter. noz.} \end{cases}$$



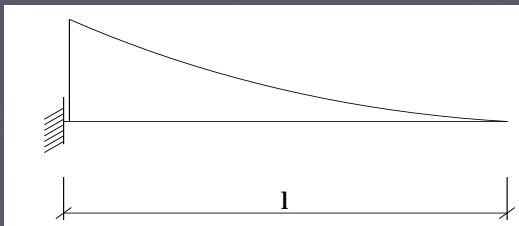
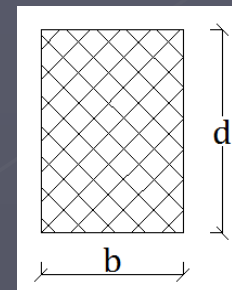
$$\min d_p = \frac{l_o}{35}$$

l_o – razmak između nultih tačaka momentnog dijagrama

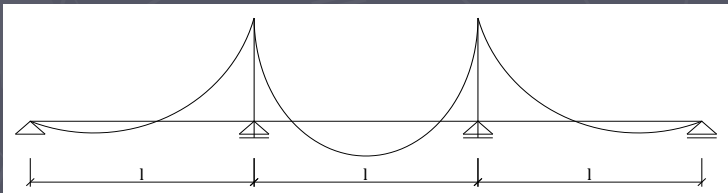


$$l_o = l$$

Grede

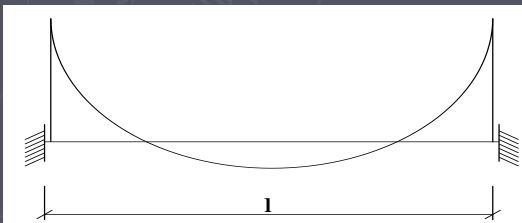


$$l_o = 1,50l$$



$$l_o = 0,80l$$

$$d = \frac{l_o}{10} \div \frac{l_o}{12}$$

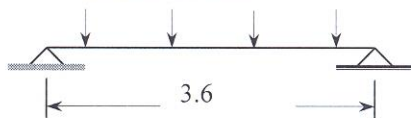


$$l = 0,50l_o$$

Primjer proračuna međuspratne "Fert" tavanice

POS 101

1. Statički sistem



Sloj za monolitizaciju d=5 cm

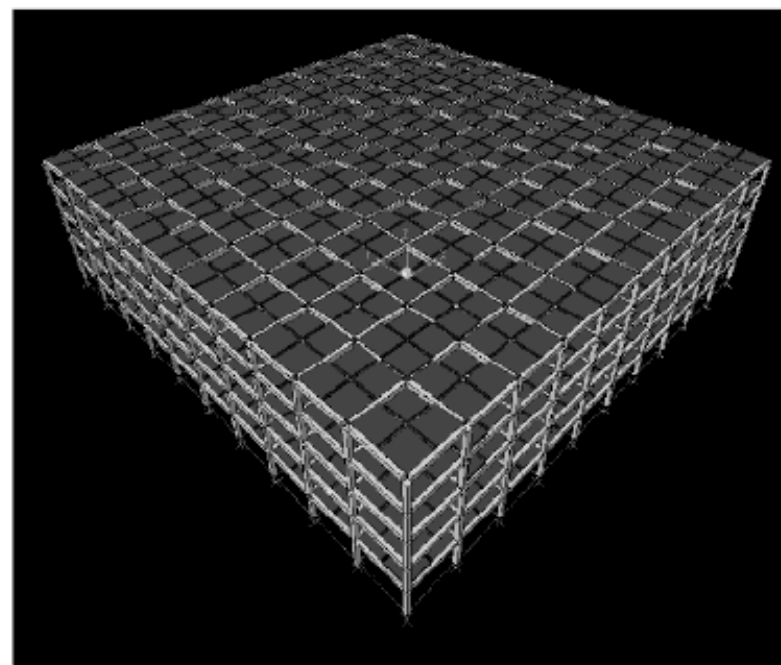
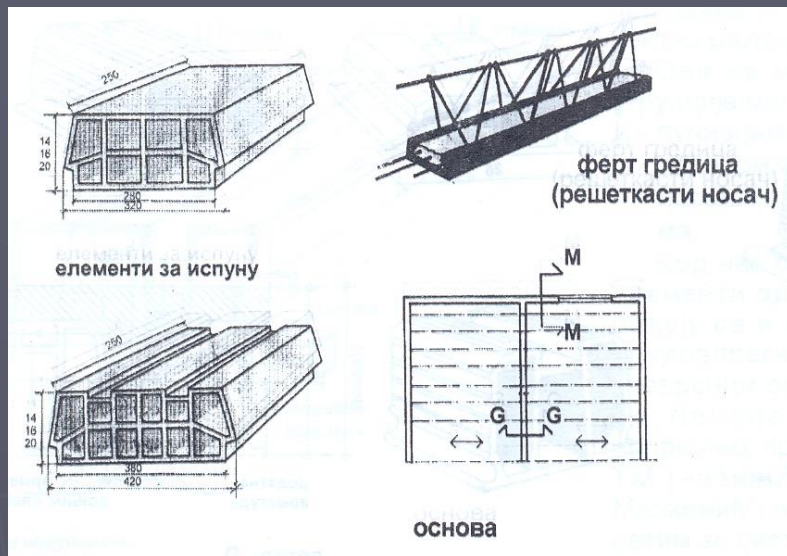
2. Analiza opterećenja

2.1. Na dijelu sobe

2.1.1. Stalno opterećenje

- sopstvena težina ploče od fert gredica	3.6 kN/m ²
- obrada plafona	0.4 "
- izolacija	0.2 "
- parket	0.03x6= 0.18
	g= 4.38 kN/m ²
2.1.2. Korisno opterećenje	p= 1.5 kN/m ²

$$q_u = 1.6 \times 4.38 + 1.8 \times 1.5 = 9.71 \text{ kN/m}^2$$

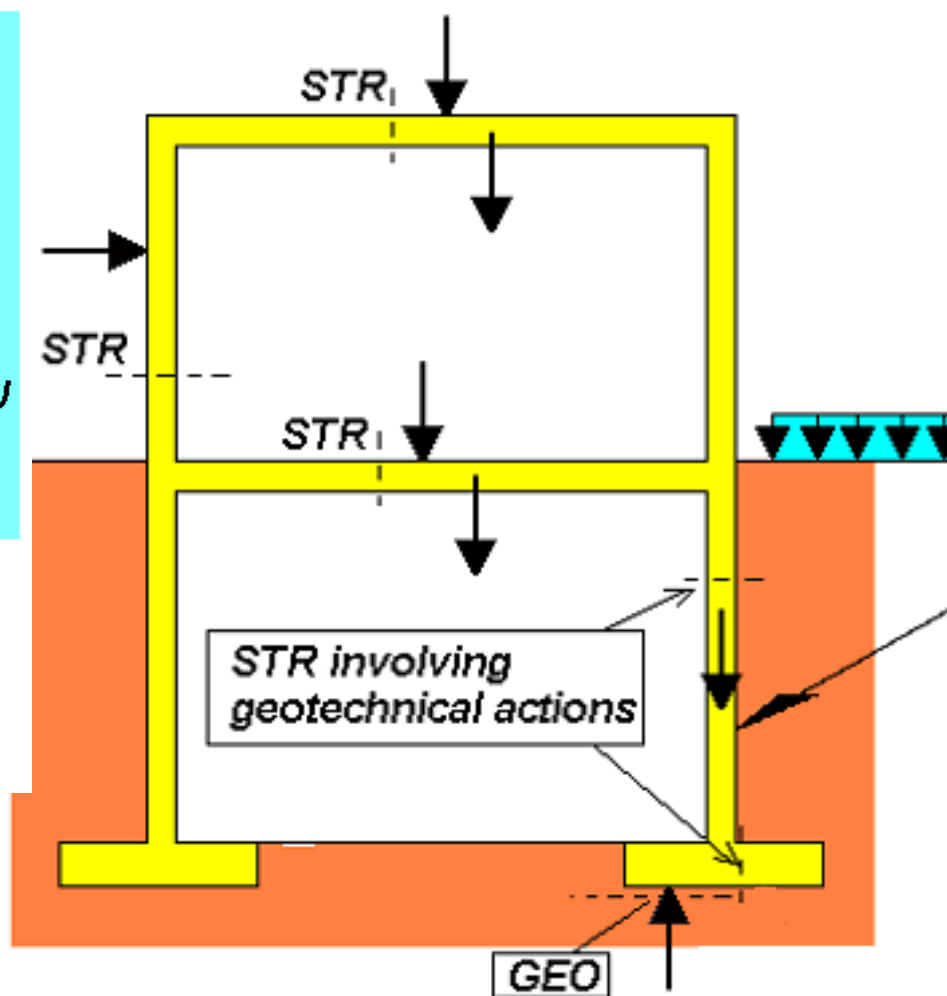
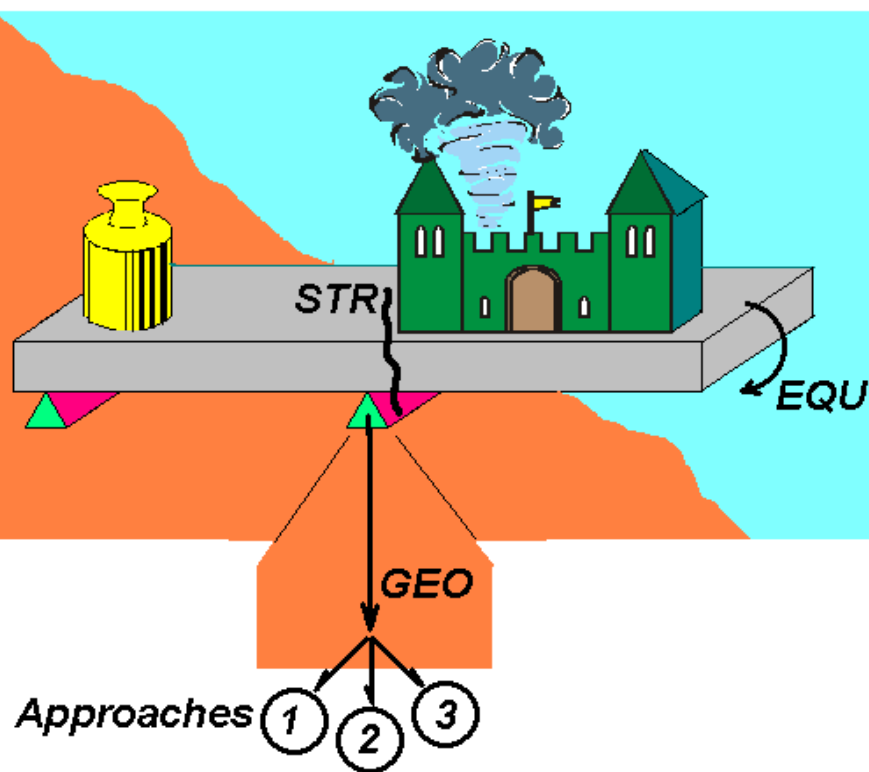


Model konstrukcije u nekom od programa za proračun konstrukcija

Granična stanja nosivosti

Granična stanja nosivosti se tiču sigurnosti ljudi i/ili sigurnosti konstrukcije. Granično stanje nosivosti, tj. loma, dostiže se na jedan od sledećih načina:

EQU	Gubitak statičke ravnoteže konstrukcije ili bilo kojeg njenog dijela, razmatranih kao kruto tijelo, kada : - male promjene u vrijednosti ili prostornoj raspodjeli dejstava imaju značaja ; - čvrstoća materijala ili tla, generalno, nemaju uticaja
STR	Unutrašnji lom konstrukcije ili elemenata konstrukcije, uključujući temeljne stope, šipove, podrumске zidove, npr, kada je prekoračena čvrstoća materijala u konstrukciji ili su prekoračene deformacije
GEO	Lom ili prevelike deformacije tla, kada čvrstoća tla ili stijene ima značajnog uticaja pri obezbjeđivanju nosivosti
FAT	Lom usljed zamora konstrukcije ili elementa konstrukcije



Granična stanja nosivosti
EQU – STR – GEO



EQU



STR



GEO



FAT

Dejstva na konstrukcije

1. Pojam dejstva (opterećenje)

Spoljašnji ili unutrašnji uticaj koji izaziva naprezanja u konstrukciji objekta - tereti, sile, deformacije, zapreminske promjene...

2. Porijeklo (uzrok)

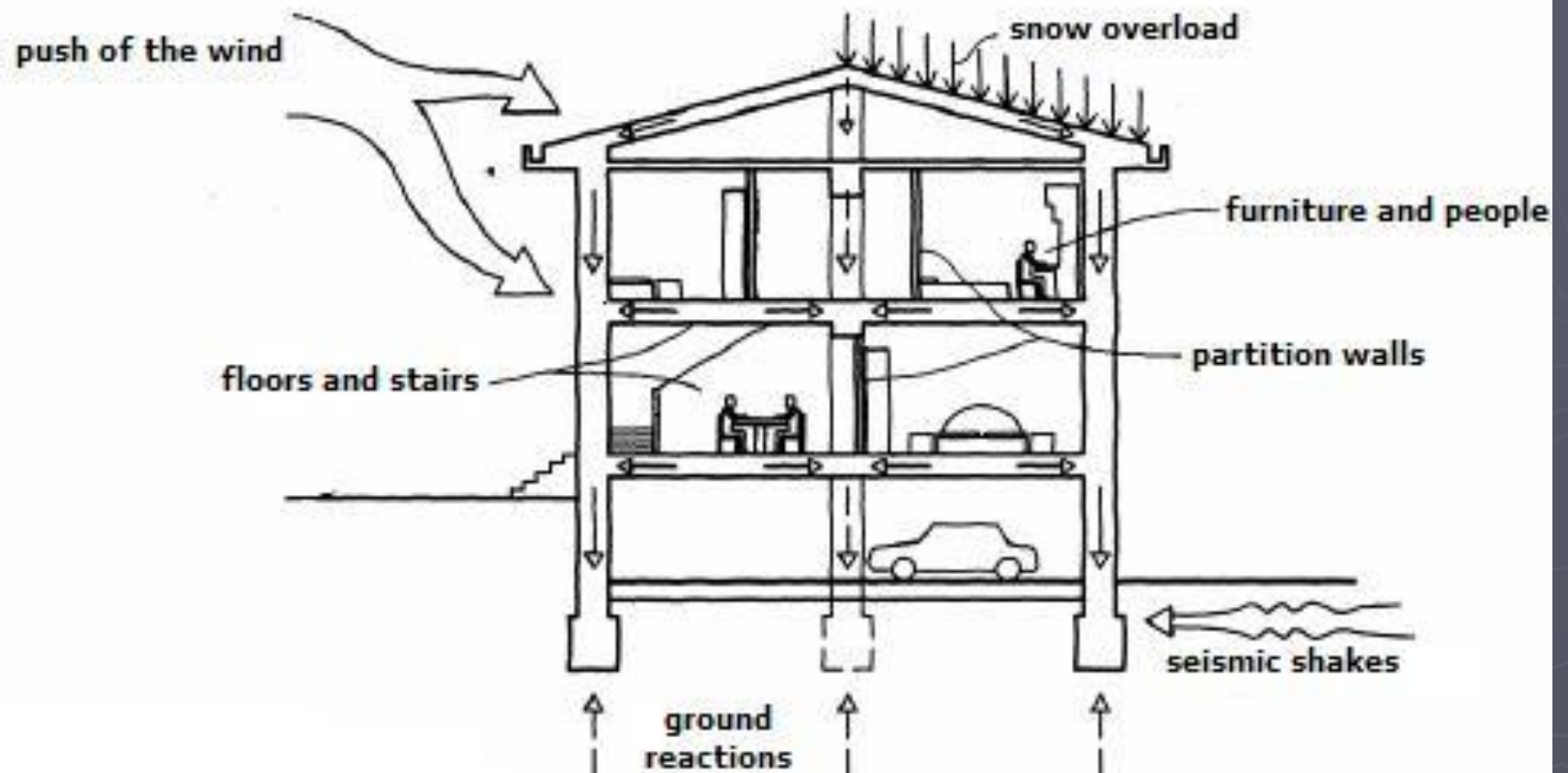
Dejstvo gravitacije: sopstvena težina objekta i stalne opreme, ljudska navala, roba u skladištima, pritisak vode i tla...

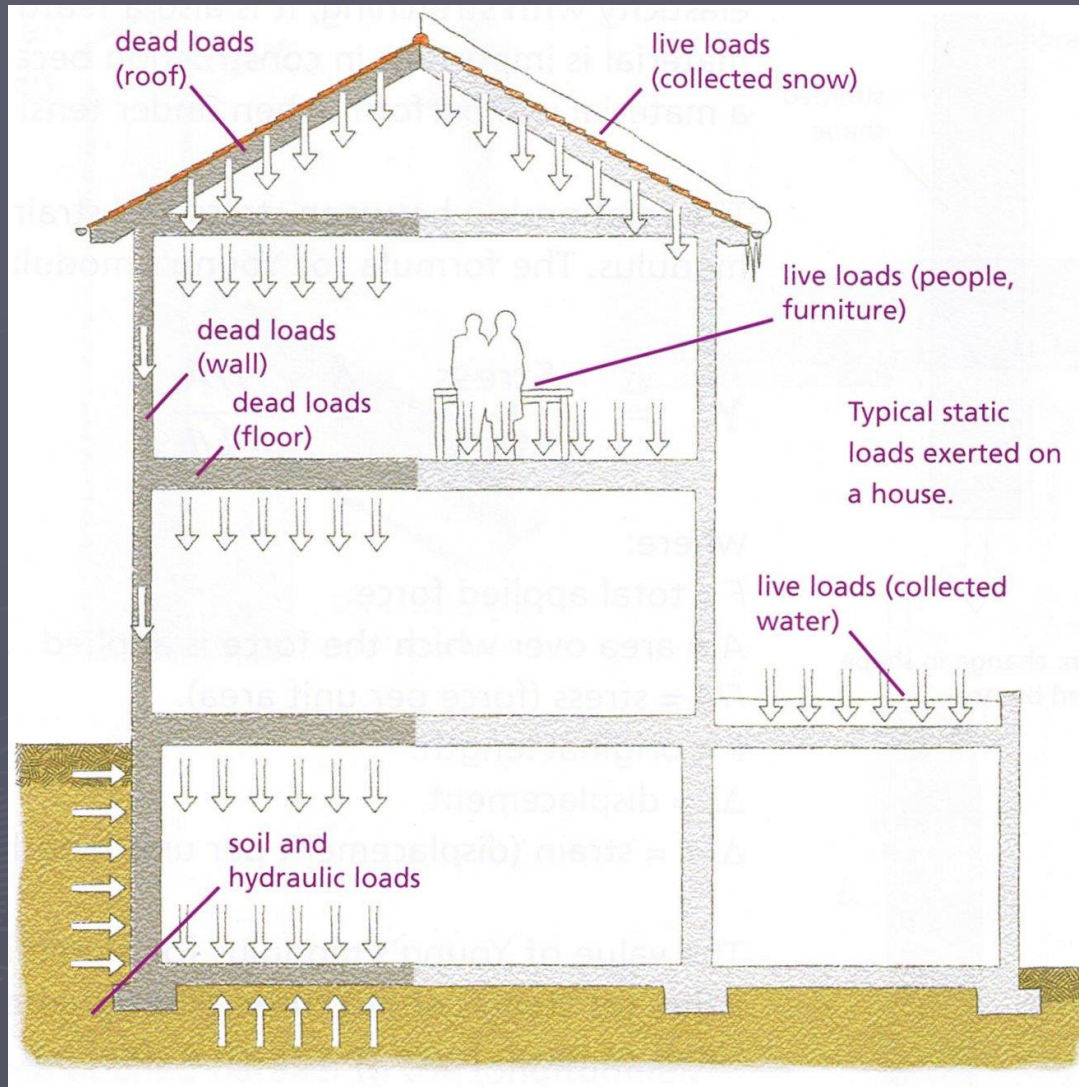
Meteorološke pojave: vjetar, snijeg, led, vodeni talasi...

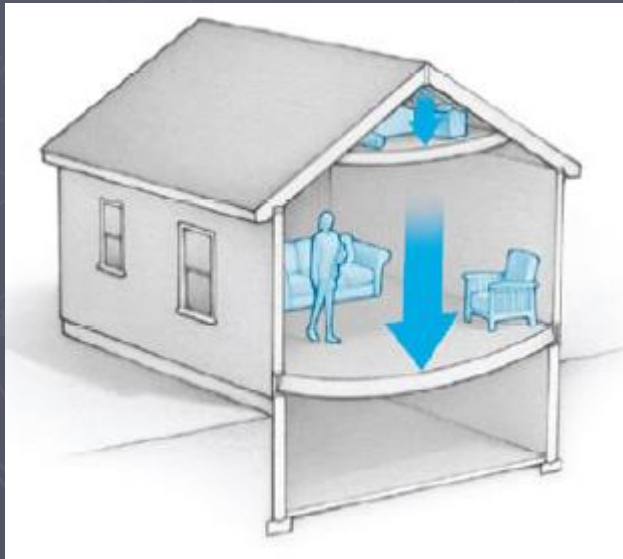
Tektonski promjene u Zemljinoj kori: zemljotres

Prinudne promjene: zapreminske promjene u materijalima - skupljanje, bubrenje, promjene temperature ambijenta - hlađenje, zagrijavanje

Incidenti: udari, eksplozije, požari, slijeganje tla...

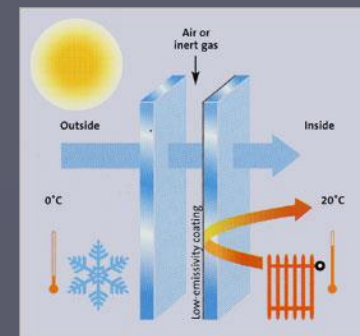






6.5. Temperatura

$t = t^0 \pm 25^\circ\text{C}$ - uniformna komponenta u betonu
 $\Delta t = \pm 10^\circ\text{C}$ - temperaturna razlika



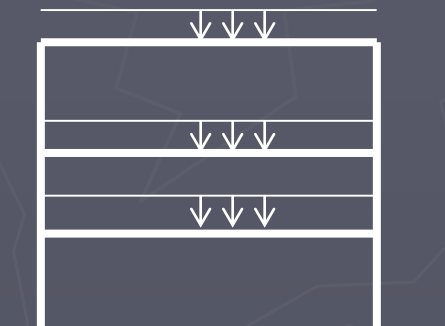
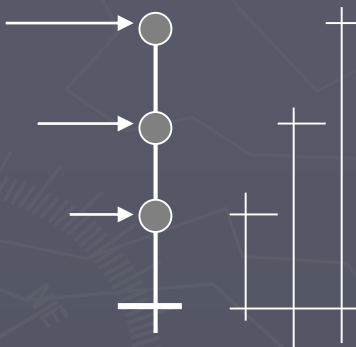
6.6. Zemljotres

Uzrok:

Posljedica:

Dejstvo - opterećenje:

tektonski poremećaji u Zemljinoj kori
pomjeranje temelja (oslonaca) konstrukcije
inercijalne sile u nivoima tavanica objekata



Približni proračun seizmičkih sila:

Metoda ekvivalentnog statičkog opterećenja - ESO metoda

Ukupni seizmički koeficijent: $K = K_o K_s K_p K_d$

Ukupna seizmička sila: $S = K \sum G_i$

Spratne seizmičke sile: $S_i = S h_i G_i / \sum h_i G_i$

3. Klasifikacija dejstava

Prema promjeni u vremenu i prostoru

Prema ponašanju (odgovoru) konstrukcije

Prema karakteru (učestalosti djelovanja) na zgrade

Prema promjeni u vremenu i prostoru:

Stalna - Dejstva koja će djelovati za cijelo vrijeme postojanja konstrukcije i kod kojih je promjena u odnosu na srednju vrijednost zanemarljivo mala. Stalna dejstva obuhvataju: sopstvenu težinu konstrukcije, težinu nekonstruktivnih elemenata (fasadna ispuna, pregrade, podovi, plafoni, stolarija, izolacije...), stalna (fiksna) oprema, stalni pritisak tla (na ukopane zidove), stalni pritisak tečnosti (rezervoari), sile prednaprezanja, slijeganje oslonaca, skupljanje i tečenje i dr...

Promjenljiva – Dejstva su ona koja, po pravilu neće djelovati svo vrijeme postojanja konstrukcije ili čije promjene vrijednosti u toku vremena znatno odstupaju od srednje vrijednosti. To su: korisna opterećenja, ljudska navala, težina povremenih tereta prisutnih u fazi gradnje, opterećenja od vozila i druge pokretne opreme, promjene temperature, snijeg, vjetar, led, talasi, ...

Slučajna dejstva su po pravili kratkotrajna, velikog inteziteta i nepredvidljiva po mjestu i vremenu pojave. U ovu grupu spadaju: udari, eksplozije, požari, snažni zemljotresi, vjetrovi izuzetne jačine, velika i nagla slijeganja tla, ...

Prema ponašanju (odgovoru) konstrukcije:

- Statička - nepromjenljiva dok djeluju i ne uzrokuju vibracije konstrukcije
- Dinamička - promjenljiva dok djeluju i uzrokuju vibracije konstrukcije: vjetar, vozila, vibracije mašina, zemljotres,...

Prema karakteru (učestalosti djelovanja) na zgrade:

- Osnovna - opterećenja koja će stalno i/ili sa velikom vjerovatnoćom pojave djelovati na konstrukciju za vrijeme njenog trajanja: stalna, korisna (ljudska navala, težina povremenih tereta, opterećenja od vozila), snijeg, vjetar, pritisci tla i tečnosti, opterećenja od prednaprezanja,...
- Dopunska - opterećenja koja će kratko i/ili sa manjom vjerovatnoćom pojave djelovati na konstrukciju za vrijeme njenog trajanja: promjene temperature, led, talasi, snažni vjetrovi, skupljanje i tečenje betona, sile kočenja vozila, zemljotresi srednje jačine ...
- Izuzetna - opterećenja koja će vrlo kratko i/ili sa veoma malom vjerovatnoćom pojave djelovati na konstrukciju za vrijeme njenog trajanja: udari, eksplozije, snažni zemljotresi, nagla slijezanja tla ...

4. Kombinacije opterećenja i koncept sigurnosti kod betonskih konstrukcija

Različiti tipovi opterećenja se kombinuju, odnosno simultano razmatraju tako da se time obuhvate najnepovoljniji mogući slučajevi naprezanja za konstrukciju koji se realno mogu javiti u toku eksploatacije objekta.

Kombinuju se:

osnovna opterećenja

osnovna + dopunska opterećenja

osnovna + jedno izuzetno opterećenje

Više kombinacija opterećenja može biti mjerodavno za kontrolu naprezanja i usvajanje konačnih dimenzija elemenata konstrukcije.

5. Koeficijent sigurnosti

Definiše se kao odnos uticaja pri lomu elementa (ili jednog kritičnog presjeka) i uticaja u eksploataciji.

$\gamma = S_u/S_e$, gdje je S - uticaj (M, T, N)

S_u – ultimativni, granični uticaj

S_e – uticaj u eksploataciji

Princip: Veća sigurnost potrebna za opterećenja, uticaje i njihove kombinacije sa većom vjerovatnoćom pojave

6. Normativna opterećenja:

Vrijednost opterećenja za koju postoji određena vjerovatnoća da neće biti prekoračena u toku eksploatacionog vijeka konstrukcije objekta.

Probabilistički pristup: Teorija pouzdanosti

Tehnički propisi za opterećenja objekata definišu ova opterećenja.

Sigurnost pri graničnom stanju loma je zadovoljena ako je granična nosivost preseka, zavisno od geometrije preseka i mehaničkih karakteristika materijala, veća od nosivosti ili jednaka nosivosti tog preseka za granične uticaje, gde je

$$N_u(A, f_B, \sigma_v) \geq N_s$$

Za određivanje granične nosivosti preseka uvode se granični uticaji

$$S_u = \Sigma \gamma_{ui} \cdot S_i$$

gde su za stalno i promenljivo opterećenje granični uticaji određeni izrazima:

$$S_u = 1,6S_g + 1,8S_p \text{ za } \varepsilon_a \geq 3^\circ/\infty$$

$$S_u = 1,9S_g + 2,1S_p \text{ za } \varepsilon_a \leq 0^\circ/\infty$$

Za stalno i promenljivo opterećenje, kao i za ostala opterećenja, granični uticaji u preseku određuju se izrazima:

$$S_u = 1,3S_g + 1,5S_p + 1,3S_\Delta \text{ za } \varepsilon_a \geq 3^\circ/\infty$$

$$S_u = 1,5S_g + 1,8S_p + 1,5S_\Delta \text{ za } \varepsilon_a \leq 0^\circ/\infty$$

Ako su dilatacije čelika ε_a između nule i tri promila, koeficijent sigurnosti γ_{ui} određuje se linearnom interpolacijom.

Ako sopstvena težina i stalno opterećenje deluju povoljno u smislu povećanja granične nosivosti (smanjenja graničnih uticaja), u proračun se uvode uticaji:

$$S_u = S_g + 1,8S_p \text{ za } \varepsilon_a \geq 3^\circ/\infty$$

$$S_u = 1,2S_g + 2,10S_p \text{ za } \varepsilon_a \leq 0^\circ/\infty$$

Za stalno i promenljivo opterećenje, kao i za ostala opterećenja, ako sopstvena težina i stalno opterećenje deluju povoljno u smislu povećanja nosivosti preseka, pri proračunu graničnih uticaja uzimaju se vrednosti:

$$S_u = S_g + 1,5S_p + 1,3S_\Delta \text{ za } \varepsilon_a \geq 3^\circ/\infty$$

$$S_u = 1,2S_g + 1,8S_p + 1,5S_\Delta \text{ za } \varepsilon_a \leq 0^\circ/\infty$$

Ako je u pitanju složeno savijanje, ukupni granični uticaji S_u određuju se posebno za momente savijanja, a posebno za normalne sile, pri čemu se vodi računa o mogućem istovremenom delovanju tih uticaja.

6.1. Stalno opterećenje

$$g = V \times \gamma$$

6.2. Korisno opterećenje JUS U.C7.121

Vrsta i namjena prostora	Najmanja vrijednost opterećenja u kN/m ²
Stambeni prostori, hotelske sobe, spavaće sobe...	1.5
Učionice, laboratorije, čitaonice, restorani...	2.0
Pozorišne, koncertne, sportske, plesne dvorane...	4.0
Stepeništa, balkoni, holovi...	2.5-5.0

6.3. Opterećenje od snijega

Minimalne propisane vrijednosti

$$s = 0.75 + (A - 500)/400 \quad (\text{kN/m}^2), \quad A - \text{nadmorska visina u m}$$

Snijeg se računa po jedinici površine osnove krova.

Tabela - Najmanje nazivne vrednosti ravnomerno raspodeljenog opterećenja tavanica

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
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
4	Dvorane:	
	a) čitaonice (bez polica za knjige)	2,0
	b) za ručavanje (u kafeima i restoranima)	2,0
	c) konferencijske, pozorišne i koncertne, sportske, plesne, čekaonice i sl.	4,0
	d) odeljenja robnih kuća (prodavnica)	4,0
	e) izložbene	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	4,0
	b) bez fiksiranih sedišta	5,0

7	Mrtvi prostori, galerijske međuspratne tavanice (dodaje se opterećenju od uređaja i materijala)	0,7
8 ¹⁾	Terasa 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 b) ravnomerno opterećenje po celoj površini balkona, ukoliko je uticaj tog opterećenja nepovoljniji od onog pod a)	4,0 2,0
10	Predvorja, foajei, hodnici, stepeništa (sa prilaznim pasažima); vezuje se sa prostorijama pod rednim brojem: a) 1 b) 2 i 3 c) 4 i 5 d) 6	2,5 3,0 4,0 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.		

6.4. Opterećenje vjetrom JUS U.C7.110, 111, 112

Mehanika fluida:

$$w = 1/2 \times \rho \cdot (v_{m,50,10} \times k_t \times k_T)^2 \cdot 10^{-3} \times S_z^2 \times k_z^2 \times G_z \times A_s$$

Gdje je:

ρ -	gustina vazduha	$\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$
$v_{m,50,10}$ -	osnovna brzina vjetra,	
k_t -	faktor vremenskog osrednjavanja osnovne brzine vjetra	
k_T -	faktor povratnog perioda osnovne brzine vjetra	
S_z -	topografije terena	
k_z -	faktor ekspozicije, obuhvata hrapavost terena	
G_z -	dinamički koeficijent	
A_s -	stvarna efektivna površina tj. vertikalna projekcija izložene površine	

Svodi se na: $w = w_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot A_s$

w_0 - osnovno opterećenje vjetrom

k_1 - uticaj oblika i krutosti konstrukcije

k_2 - uticaj promjene brzine vjetra po visini objekta

k_3 - uticaj izloženosti objekta i konfiguracije terena

