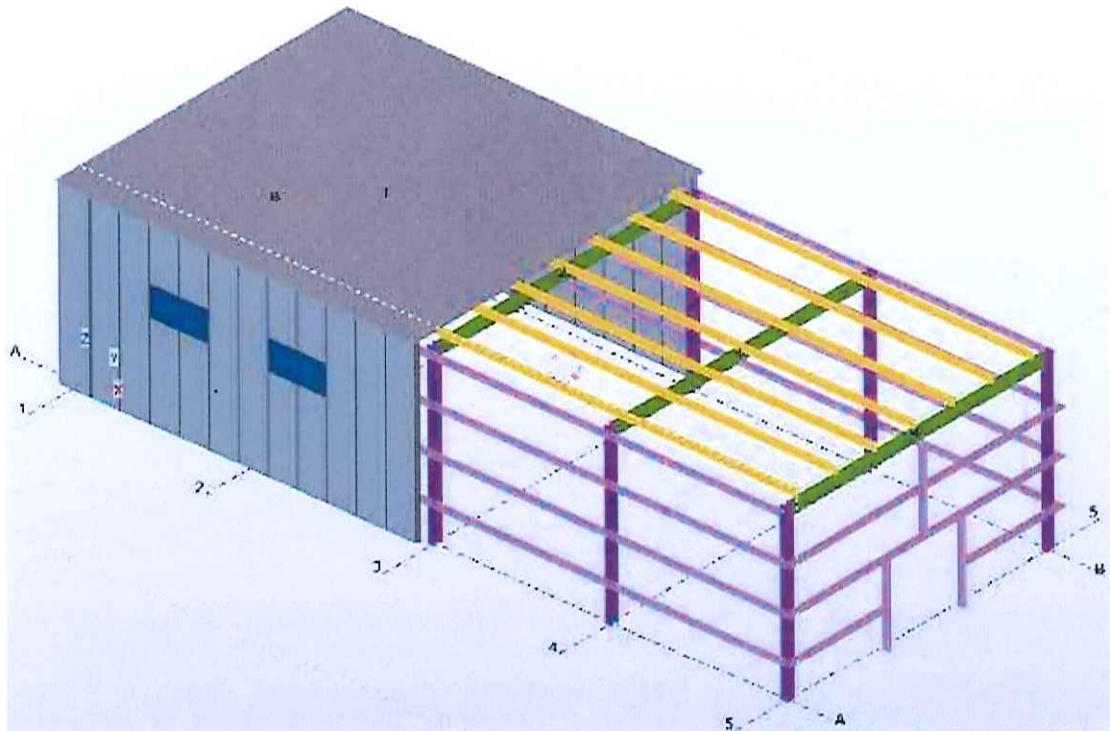
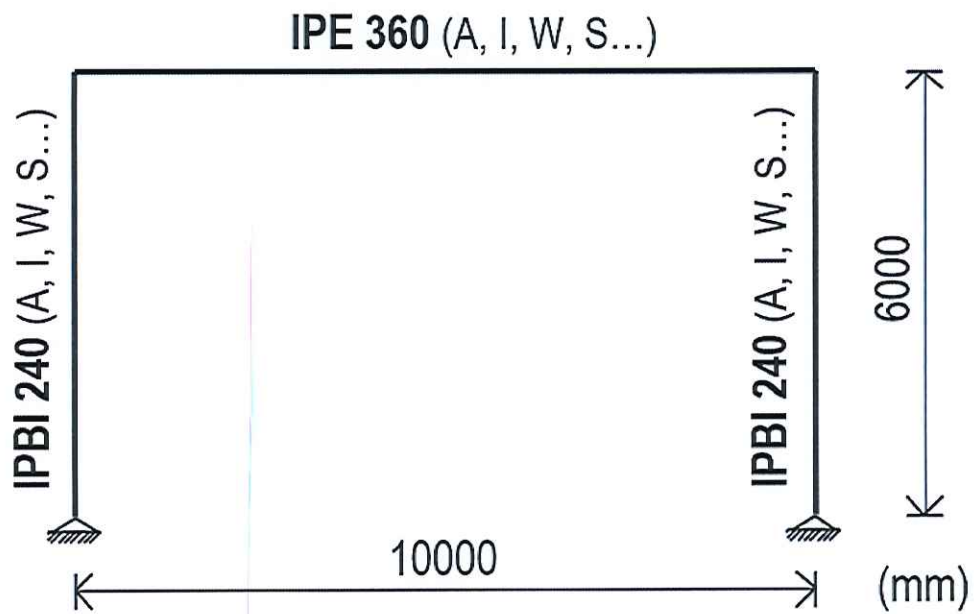


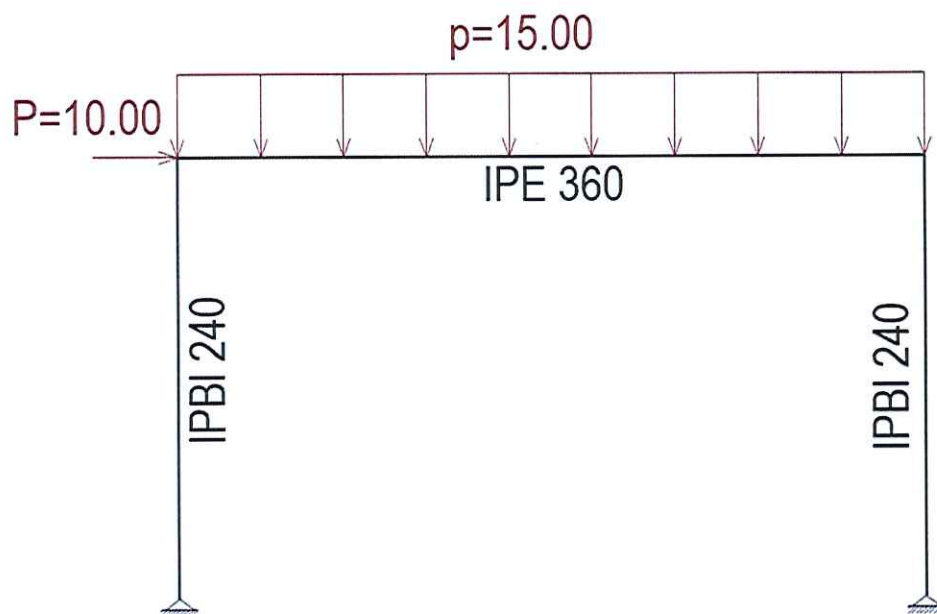
PROCES PROJEKTOVANJA KONSTRUKCIJA

- Projektovanje konstrukcije podrazumijeva zadovoljavanje kriterijuma nosivosti (sigurnosti), funkcionalnosti i trajnosti.
- Kriterijum nosivosti podrazumijeva izbor konstruktivnih elemenata koji treba da izdrže sva opterećenja koja se mogu desiti u toku životnog vijeka konstrukcije.
- Kriterijum funkcionalnosti podrazumijeva projektovanje upotrebljivog objekta kod koga je obezbijeđen komfor ljudi, u kome korisnici neće osjećati strah i neprijatnost. Najčešće se ovaj kriterijum obezbijeduje ograničavanjem deformacija ili frekvencija oscilovanja konstrukcije.
- Trajnost konstruktivnog sistema zavisi od pravilnog izbora materijala, pravilnog oblikovanja, ugradnje i održavanja.
- Pojednostavićemo postupak projektovanja kroz sljedeći primjer:



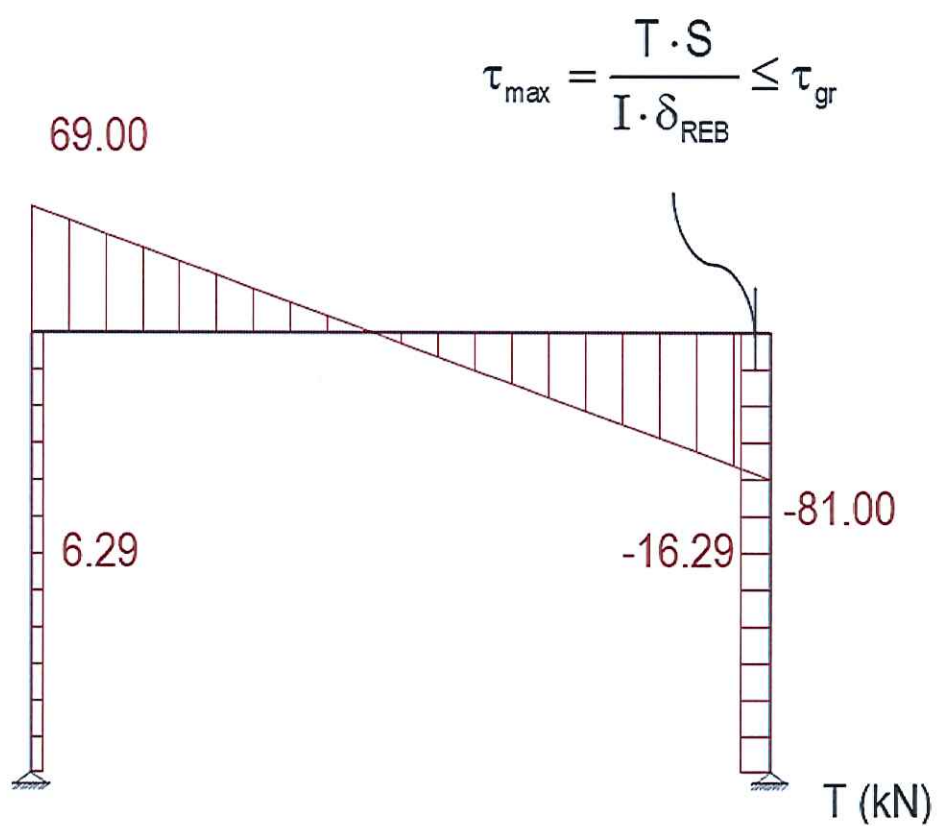
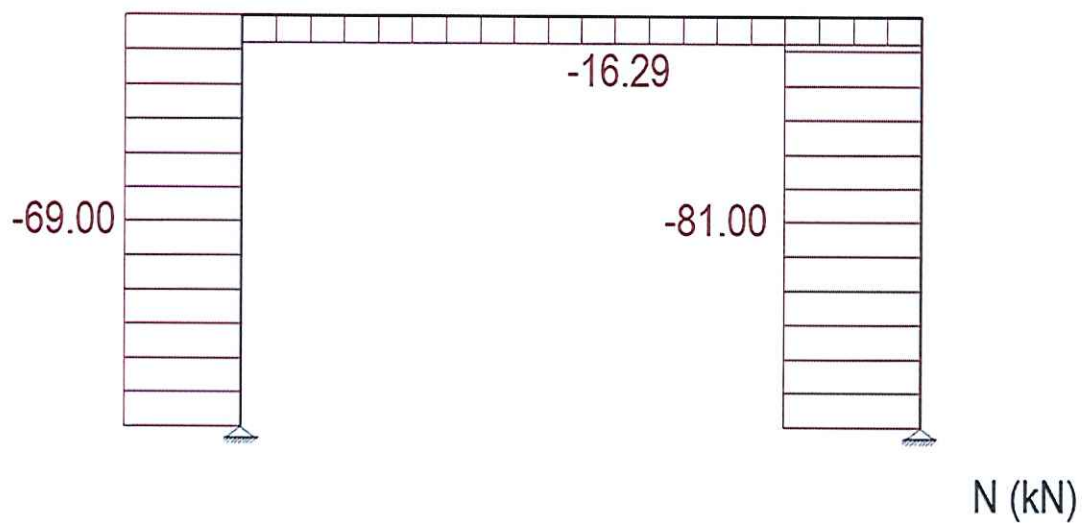


GEOMETRIJA ČELIČNOG RAMA I STATIČKI SISTEM

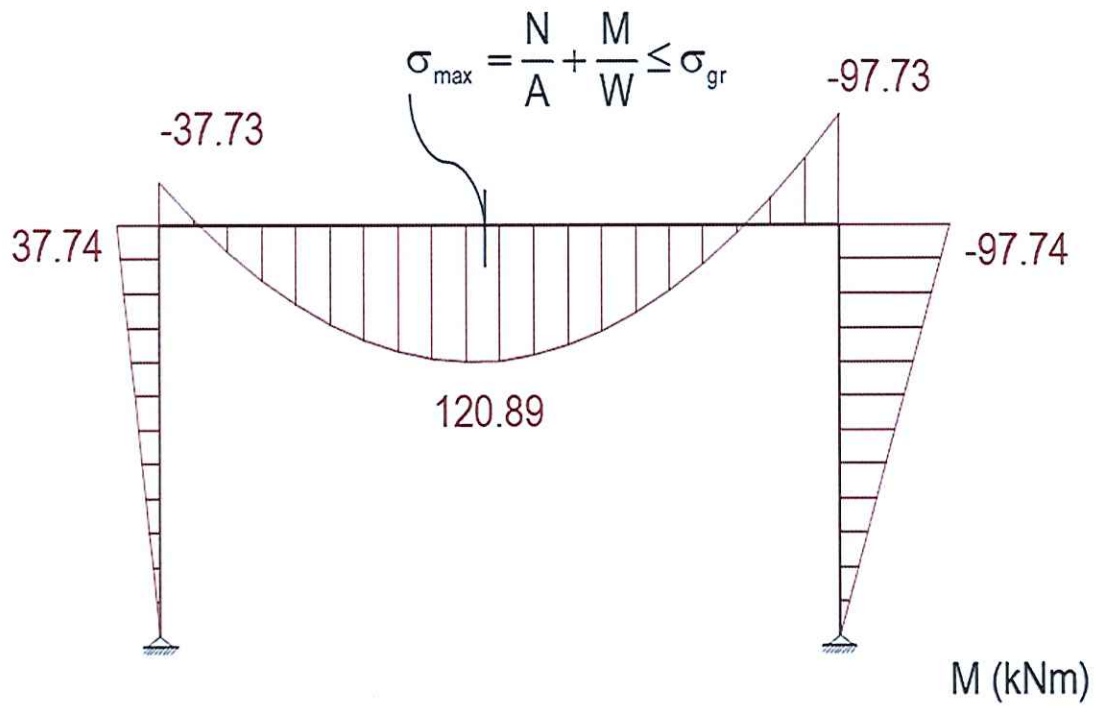


OPTEREĆENJA

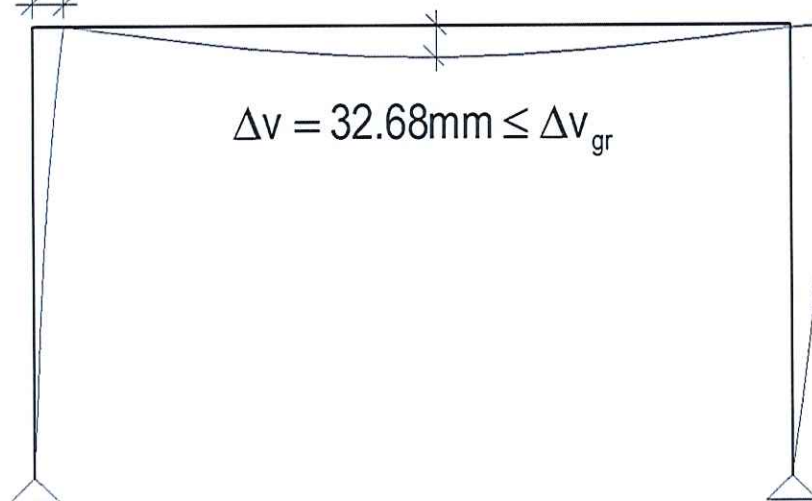
ČELIČNE KONSTRUKCIJE
PREDAVANJE 02



ČELIČNE KONSTRUKCIJE
PREDAVANJE 02



$$\Delta h = 31.23\text{mm} \leq \Delta h_{gr}$$



POMJERANJA

ČELIČNE KONSTRUKCIJE

PREDAVANJE 02

- Konstruktivne elemente treba tako odabrati (u prethodnom primjeru IPBI 240 i IPE 360 - dvije vrste I profila), da najveća naprezanja - najveći normalni napon i najveći smičući napon, budu manji od nekog graničnog naprezanja. Takođe i najveće deformacije treba da bude manje od neke granične deformacije. Ovo je veoma pojednostavljena predstava projektovanja konstruktivnih elemenata, ali je zgodna da se prikaže suština i srž projektovanja.

- Projektovanje konstrukcije sastoji se od sljedećih faza:
 1. koncipiranje konstrukcije - postavljanje konstruktivnog sistema;
 2. analiza opterećenja;
 3. statičko i po potrebi dinamičko modeliranje konstruktivnog sklopa; proračun statičko-deformacijskih uticaja i po potrebi dinamičkih karakteristika sistema;
 4. dimenzionisanje elemenata konstrukcije;
 5. proračun veza;
 6. proračun temeljne konstrukcije;
 7. izrada radioničke dokumentacije čelične konstrukcije (crteža za izvođenje).

- Projektovanje u današnjem smislu riječi nije postojalo do kraja IXX vijeka.

EUROKODOVI ZA ČELIČNE KONSTRUKCIJE

- Eurokodove sačinjava 10 dijelova, sa 58 posebnih dijelova.

EN 1990 Eurokod 0: Osnove projektovanja konstrukcija

EN 1991 Eurokod 1: Dejstva na konstrukcije

EN 1992 Eurokod 2: Projektovanje betonskih konstrukcija

EN 1993 Eurokod 3: Projektovanje čeličnih konstrukcija

EN 1994 Eurokod 4: Projektovanje spregnutih konstrukcija od čelika i betona

EN 1995 Eurokod 5: Projektovanje drvenih konstrukcija

EN 1996 Eurokod 6: Projektovanje zidanih konstrukcija

EN 1997 Eurokod 7: Geotehničko projektovanje

EN 1998 Eurokod 8: Projektovanje seizmički otpornih konstrukcija

EN 1999 Eurokod 9: Projektovanje aluminijumskih konstrukcija

- Ukupno oko 5000 strana i 1281 nacionalno određeni parametar.
- Eurokod definiše odredbe u kojima je dopušten nacionalni izbor određenih parametara.
- Ovi parametri - NOP nacionalno određeni parametri, treba da se definišu u odgovarajućim Nacionalnim aneksima.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE

PREDAVANJE 02

- Eurokod 3 ili EN 1993 obrađuje projektovanje čeličnih konstrukcija. Sadrži šest pod dijelova koji su dodatno podijeljeni u još 20 posebnih dijelova sa 1281 stranom i 377 NOP-a.

EN 1993-1-1: Eurokod 3 - Dio 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade

EN 1993-1-2: Eurokod 3 - Dio 1-2: Projektovanje konstrukcija na dejstvo požara

EN1993-1-3: Eurokod 3 - Dio 1-3: Dodatna pravila za hladno oblikovane elemente i limove

EN1993-1-4: Eurokod 3 - Dio 1-4: Dodatna pravila za nerđajuće čelike

EN1993-1-5: Eurokod 3 - Dio 1-5: Puni limeni elementi

EN1993-1-6: Eurokod 3 - Dio 1-6: Čvrstoća i stabilnost ljuski

EN1993-1-7: Eurokod 3 - Dio 1-7: Pune limene konstrukcije opterećene van ravni

EN 1993-1-8: Eurokod 3 - Dio 1-8: Projektovanje veza

EN 1993-1-9: Eurokod 3 - Dio 1-9: Zamor

EN 1993-1-10: Eurokod 3 - Dio 1-10: Žilavost materijala i svojstva po debljini

EN1993-1-11: Eurokod 3 - Dio 1-11: Projektovanje konstrukcija sa zategnutim komponentama

EN1993-1-12: Eurokod 3 - Dio 1-12: Dodatna pravila za proširenje primjene EN 1993 na vrste čelika do S 700

EN1993-2: Eurokod 3 - Dio 2: Čelični mostovi

EN1993-3-1: Eurokod 3 - Dio 3-1: Tornjevi, jarboli i dimnjaci - Tornjevi i jarboli

EN1993-3-2: Eurokod 3 - Dio 3-2: Tornjevi, jarboli i dimnjaci - Dimnjaci

EN1993-4-1: Eurokod 3 - Dio 4-1: Silosi

EN1993-4-2: Eurokod 3 - Dio 4-2: Rezervoari

EN1993-4-3: Eurokod 3 - Dio 4-3: Cjevovodi

EN1993-5: Eurokod 3 - Dio 5: Šipovi

EN1993-6: Eurokod 3 - Dio 6: Konstrukcije za nošenje kranova

ČELIČNE KONSTRUKCIJE

PREDAVANJE 02

- U ovom predmetu uglavnom ćemo se baviti osnovnim eurokodom EN 1993-1-1: Eurokod 3 - Dio 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade, u kome su obrađene osnovne odredbe o projektovanju elemenata čeličnih konstrukcija.
- U EN 1993-1-1 standardu ima ukupno 27 odredbi u kojima se dopušta nacionalni izbor!
- Pored ovog osnovnog standarda korišćićemo u manjem obimu i potrebne odredbe iz standarda:

EN 1990 Eurokod 0: Osnove projektovanja konstrukcija

EN 1993-1-10: Eurokod 3 - Dio 1-10: Žilavost materijala i svojstva po debljini

- U narednom semetru, u predmetu Čelične konstrukcije II, u većem ili manjem obimu, obradićemo dijelove:

EN1993-1-3: Eurokod 3 - Dio 1-3: Dodatna pravila za hladno oblikovane elemente i limove

EN1993-1-5: Eurokod 3 - Dio 1-5: Pločasti konstruktivni elementi

EN 1993-1-8: Eurokod 3 - Dio 1-8: Projektovanje veza

- U svakoj državi originalni dokumenti Eurokodova treba da se uvedu preko nacionalnog tijela zaduženog za standardizaciju. U Crnoj Gori, to je Institut za standardizaciju CG.
- Svi Eurokodovi u Crnoj Gori imaju prefiks MEST. Recimo:

MEST EN 1993-1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade

PROJEKTOVANJE PREMA GRANIČNIM STANJIMA

- MEST EN 1990: Osnove projektovanja konstrukcija se može smatrati suštinskim dokumentom Eurokodova za konstrukcije jer se u njemu uspostavljaju principi i zahtjevi za sigurnost, upotrebljivost i trajnost konstrukcija.
- Eurokodovi za konstrukcije su zasnovani na projektovanju prema graničnim stanjima. MEST EN 1990 definiše granično stanje kao "stanje nakon koga konstrukcija nije više u stanju da ispuni relevantne kriterijume projektovanja".
- Projektovanje prema graničnim stanjima obezbijuje sigurnost konstrukcije od loma, tako što osigurava da neće biti prekoračene **proračunske vrijednosti** kada se analiziraju opterećenja, materijal (čelik), geometrijske karakteristike profila i geotehnički parametri.
- **Proračunske vrijednosti** se dobijaju množeći **karakteristične vrijednosti** opterećenja i geometrijskih karakteristika sa parcijalnim faktorima.
- Dva granična stanja se razmatraju u postupku projektovanja: granično stanje nosivosti i granično stanje upotrebljivosti.

GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

- Granično stanje nosivosti je povezano sa lomom pojedinog konstruktivnog elementa ili konstrukcije u cjelini. Proračunske provjere koje su povezane sa sigurnošću ljudi u i oko konstrukcije su provjere graničnih stanja nosivosti.
- Granična stanja nosivosti koja treba provjeriti su:
 - gubitak ravnoteže konstrukcije u cijelini ili pojedinog elementa;
 - lom konstrukcije ili pojedinog elementa i
 - lom oslonca ili temelja.

GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

- Granično stanje upotrebljivosti razmatra funkcionalnost konstrukcije u uslovima normalne upotrebe. Komfort ljudi koji koriste konstrukciju, tj. objekat i izgled konstrukcije.
- Kriterijumi koji se razmatraju kod provjere graničnog stanja upotrebljivosti su:
 - ugibi ili pomjeranja koji utiču na izgled konstrukcije, komfor korisnika i funkcionalnost objekta;
 - vibracije koje utiču na neudobnost kod korišćenja konstrukcije i koje mogu uticati da se smanji funkcionalnost konstrukcije, tj. objekta;
 - oštećenja koja mogu uticati na izgled objekta ili trajnost.
- Eurokod ne daje ograničenja u pogledu graničnog stanja upotrebljivosti. Daje se mogućnost da investitor odredi uslove ili da se kroz Nacionalni Aneks daju određena ograničenja.
- U MEST EN 1993-1-1 NA, daju se sljedeća ograničenja za vertikalne ugibe:

Konstrukcija	w_{max}
Glavni nosači:	
- krovova	$L/300$
- međuspratnih tavanica	$L/500$
Konzola	$L/180$
Rožnjače	$L/200$
Trapezasti lim uslijed sviježeg betona	$L/300$
L je raspon elemenata	

ČELIČNE KONSTRUKCIJE PREDAVANJE 02

- U MEST EN 1993-1-1 NA, daju se sljedeća ograničenja za horizontalna pomjeranja zgrada:

Vrsta objekta	Dopušteno horizontalno pomjeranje vrha objekta (stuba)
Prizemne hale bez kranskih nosača*	$H/150$
Višespratne zgrade: - relativna spratna pomjeranja ($u_i = h_i - h_{i-1}$) - pomjeranja vrha zgrade	$H_i/300$ $H/500$
<p>* Za hale sa kranskim nosačima, vidjeti EN 1993-6 i njegov nacionalni aneks.</p> <p>H visina vrha objekta (visina zadnjeg korisnog sprata)</p> <p>H_i međuspratna visina i – tog sprata</p> <p>NAPOMENA</p> <p>Definicija horizontalnih pomjeranja je u skladu sa Aneksom A u EN 1990.</p> <p>Proračunske vrijednosti pomjeranja treba da se odrede na osnovu karakteristične kombinacije dejstava (vidjeti EN 1990).</p> <p>U slučaju seizmičkih dejstava, za ograničenja horizontalnih pomjeranja vidjeti EN 1998-1.</p>	

- U MEST EN 1990 NA, daju se iskustvene vrijednosti za prihvatljive sopstvene frekvencije konstrukcije zgrada (tavanica) i ograničenja ubrzanja:

Namjena objekta	Obično zadovoljavajuće ponašanje	Često nezadovoljavajuće ponašanje	Ograničenje vertikalnih ubrzanja (u % od g)
Sportske dvorane, javni prostori	$n_c > 10$ Hz	$n_c < 6$ Hz	1.0%
Stambene zgrade	$n_c > 8$ Hz	$n_c < 5$ Hz	0.1%
Poslovne zgrade	$n_c > 8$ Hz	$n_c < 5$ Hz	0.2%

KOMBINACIJE UTICAJA

- Svaki konstruktivni element treba da se proračuna na kritični slučaj opterećenja, dobijen kombinacijom opterećenja koja se mogu pojaviti istovremeno.
- Kombinacija uticaja od opterećenja treba da se zasniva na:
 - proračunskoj vrijednosti od stalnog opterećenja;
 - proračunskoj vrijednosti glavnog povremenog opterećenja i
 - proračunskoj vrijednosti kombinacije pridruženih povremenih opterećenja.
- Stalno opterećenje je sopstvena težina konstrukcije i sva opterećenja stalnog karaktera, kao što je težina podova, asfalt na drumskim mostovima itd. Povremena opterećenja su težina snijega na krovu, sile vjetra itd.
- Za granično stanje nosivosti daje se sljedeći izraz za kombinaciju opterećenja:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Za granično stanje upotrebljivosti daje se sljedeći izraz za kombinaciju opterećenja:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Gdje su:

$G_{k,j}$ karakteristična vrijednost stalnog opterećenja

$Q_{k,1}$ karakteristična vrijednost glavnog povremenog opterećenja

$Q_{k,i}$ karakteristična vrijednost pridruženog povremenog opterećenja

ČELIČNE KONSTRUKCIJE PREDAVANJE 02

$\gamma_{G,j}$ parcijalni faktor stalnog opterećenja (najčešće 1.35)

$\gamma_{Q,1}$ $\gamma_{Q,i}$ parcijalni faktori povremenog opterećenja (najčešće 1.50)

$\psi_{0,i}$ faktor kombinacije opterećenja (manji od 1.00)

- U MEST EN 1990 NA, daju se detaljniji podaci o vrijednostima parcijalnih faktora i faktora kombinacije opterećenja.