

GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI

- Ponovićemo najvažnije stvari koje smo naučili na prethodnim predavanjima vezane za granična stanja 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:
 - EQU - Gubitak ravnoteže konstrukcije u cijelini ili pojedinog elementa;
 - STR - Lom konstrukcije ili pojedinog elementa i
 - GEO - Lom oslonca ili temelja.
- Da se ne bi desio lom konstruktivnog elementa (ili konstrukcije u cijelini) potrebno je obezbijediti dovoljnu nosivost konstruktivnog elementa. Nosivost konstruktivnog elementa treba dokazati kroz **nosivost poprečnog presjeka** i **nosivost elementa na izvijanje**.
- **Proračunske vrijednosti** nosivosti elementa, određuje se iz **karakterističnih vrijednosti** čvrstoće materijala i geometrijskih svojstava, podijeljenih **parcijalnim faktorima** (γ_M).
- Parcijalni faktori γ_M se definišu kao:
 - γ_{M0} nosivost poprečnih presjeka bilo koje klase,
 - γ_{M1} nosivost elemenata na gubitak stabilnosti,
 - γ_{M2} nosivost poprečnih presjeka na zatezanje do loma

- Vrijednosti za γ_M su date u MEST EN 1993-1-1 i nacionalnom aneksu MEST EN 1993-1-1 NA:

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

- Za specifične konstrukcije koje su obrađene u MEST EN 1993, dio 2 do 6, definišu se druge numeričke vrijednosti za parcijalne faktore. Ovo neće biti predmet interesovanja u ovom predmetu.
- Izrazi za određivanje proračunske nosivosti poprečnog presjeka na zatezanje, pritisak, smicanje i savijanje, kao i četiri klase poprečnih presjeka, daju se u Odjeljku 6.2 u MEST EN 1993-1-1. Proračunske vrijednosti nosivosti su izražene kao:

$N_{t,Rd}$ - proračunska nosivost poprečnog presjeka na zatezanje;

$N_{c,Rd}$ - proračunska nosivost poprečnog presjeka na pritisak;

$V_{c,Rd}$ - proračunska nosivost poprečnog presjeka na smicanje;

$M_{c,Rd}$ - proračunska nosivost poprečnog presjeka na savijanje.

NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

- Poprečni presjeci imaju dovoljnu nosivost ako **proračunska vrijednost uticaja od dejstava** u svakom poprečnom presjeku nije veća od odgovarajuće **proračunske nosivosti**. Ako više uticaja djeluje istovremeno, kombinovani uticaji ne smiju da prekorače nosivost za takvu kombinaciju.
- Treba voditi računa o mogućem lokalnom izbočavanju limova. O ovome nećemo naročito voditi računa u ovom predmetu. Ovi problemi će biti predmet razmatranja u drugom semestru.

- Proračunske vrijednosti nosivosti treba da zavise od klasifikacije poprečnog presjeka.
- Elastična provjera, prema elastičnoj nosivosti, može da se sprovodi za sve klase poprečnih presjeka, pod uslovom da se za poprečne presjeke klase 4 koriste efektivne karakteristike poprečnih presjeka.
- Za elastičnu provjeru može da se koristi sljedeći uslov plastifikacije za kritičnu tačku poprečnog presjeka (poznati Von Misesov uslov plastičnog tečenja).

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1$$

gdje je:

$\sigma_{x,Ed}$ proračunska vrijednost podužnog normalnog napona u razmatranoj tački;

$\sigma_{z,Ed}$ proračunska vrijednost poprečnog normalnog napona u razmatranoj tački;

τ_{Ed} proračunska vrijednost smičućeg napona u razmatranoj tački.

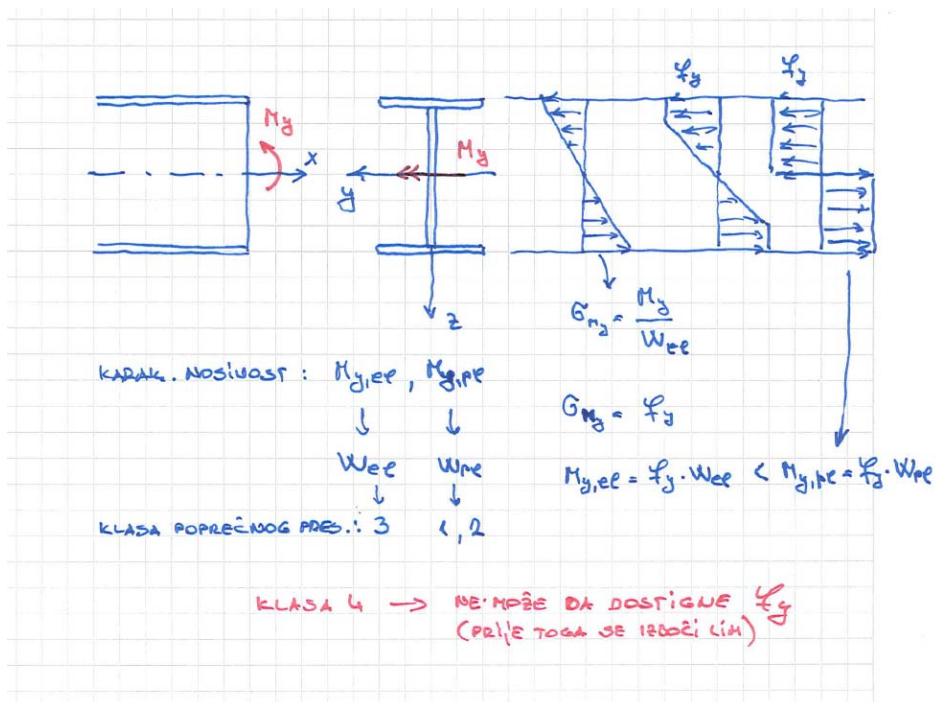
- Kao konzervativna aproksimacija za sve klase poprečnih presjeka može da se koristi linearno sumiranje stepena iskorišćenja za svaku rezultantu napona. Za poprečne presjeke klase 1, 2 ili 3 koji su izloženi kombinaciji N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ i $M_{z,Ed}$, ova metoda može da se primijeni korišćenjem sljedećeg uslova:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

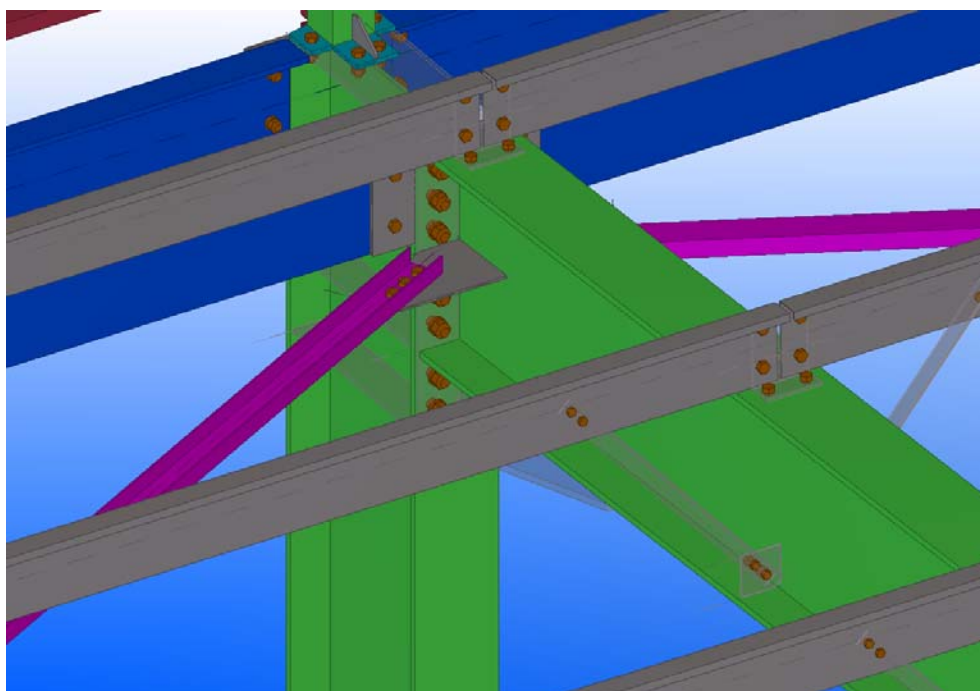
gdje su:

N_{Rd} , $M_{y,Rd}$ i $M_{z,Rd}$ proračunske vrijednosti nosivosti koje zavise od klase poprečnog presjeka i uključuju redukciju koja može da nastane usljed uticaja smicanja.

- Kada su svi pritisnuti djelovi poprečnog presjeka klase 1 ili 2 , može se smatrati da je poprečni presjek sposoban da razvije svoju punu plastičnu nosivost na savijanje.
- Kada su svi pritisnuti djelovi poprečnog presjeka klase 3, njegova nosivost treba da se zasniva na elastičnoj raspodjeli dilatacija u poprečnom presjeku. Naponi pritiska treba da budu ograničeni na granicu razvlačenja u najudaljenijim vlaknima.



KARAKTERISTIKE POPREČNIH PRESJEKA

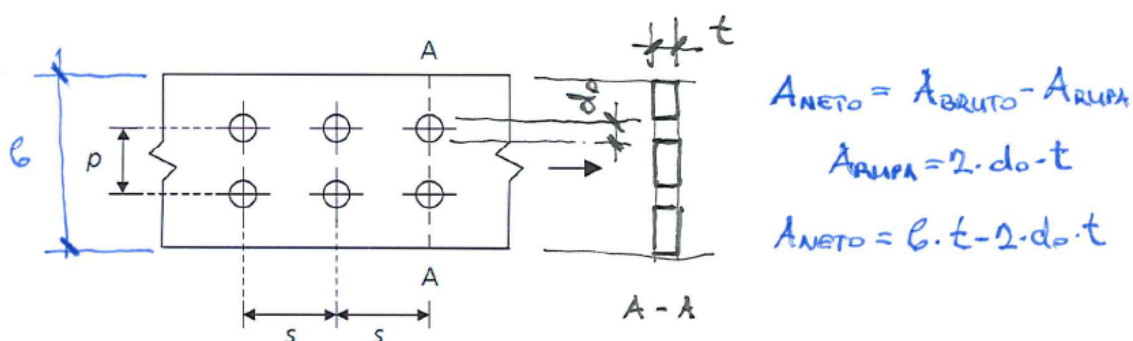


BRUTO POPREČNI PRESJEK

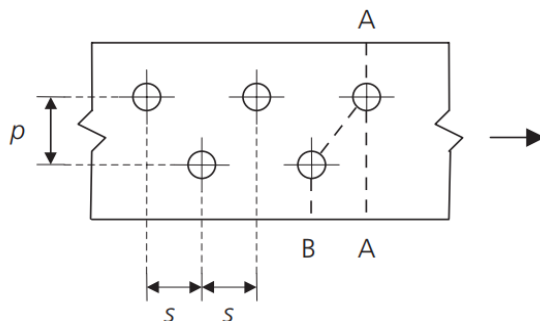
- Karakteristike bruto poprečnog presjeka treba da se odrede koristeći nominalne dimenzije.
- Rupe za spojna sredstva ne treba oduzimati, ali treba uzeti u obzir odbitke za veće otvore.

NETO POPREČNI PRESJEK

- Neto površina poprečnog presjeka treba da se uzme kao njegova bruto površina umanjena za odgovarajuću površinu svih rupa i drugih otvora.
- Pod uslovom da rupe za spojna sredstva nisu smaknute, ukupna površina koja se oduzima treba da bude maksimalan zbir površina presjeka rupa u bilo kom presjeku upravnom na osu elementa.



- Međutim, veza između elemenata može biti projektovana tako da su rupe za spojna sredstva smaknute.



- Kada su rupe za spojna sredstva smaknute, ukupna površina koja se odbija treba da bude veća od:

odbitka za nesmaknute rupe (presjek A-A) i

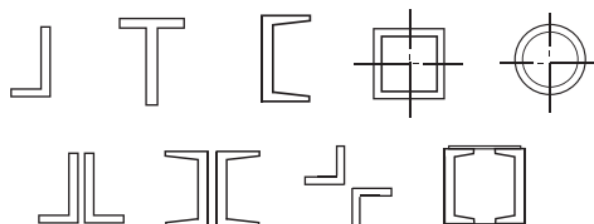
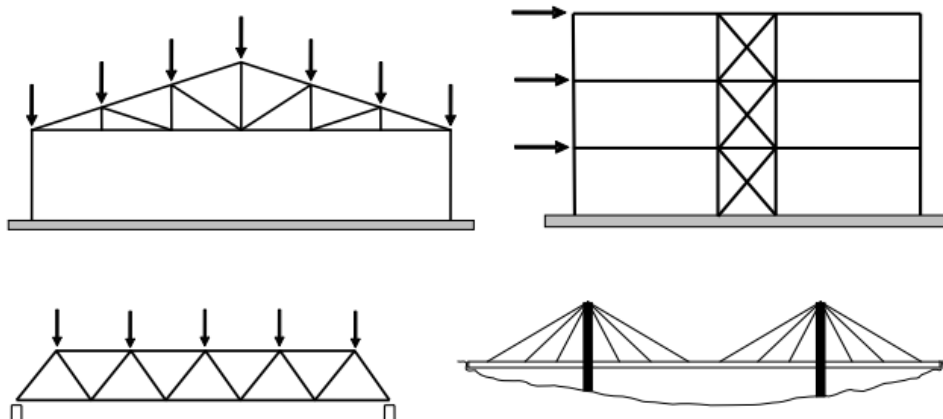
odbitka po smaknutom presjeku (presjek A-B), koji se računa prema:

$$t \left(nd_0 - \sum \frac{s^2}{4p} \right)$$

gdje je:

- s korak smaknutog rasporeda, razmak između centara dvije susjedne rupe u nizu mjereno paralelno sa osom elementa;
- p međusobno rastojanje središta istih ovih rupa izmjereno upravno na osu elementa;
- t debljina;
- n broj rupa po bilo kojoj dijagonalni ili cik-cak liniji koja presjeca element ili njegov dio;
- d_0 prečnik rupe.

ZATEZANJE



- Proračunska vrijednost sile zatezanja N_{Ed} u svakom poprečnom presjeku mora da zadovolji uslov:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0$$

- Proračunska nosivost na zatezanje $N_{t,Rd}$ za presjeke sa rupama treba da se usvoji kao manja vrijednost od:

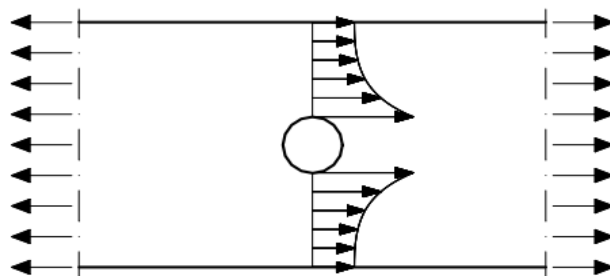
- a) proračunske plastične nosivosti bruto presjeka (da bi se spriječile prekomjerne deformacije elementa):

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

- b) proračunske granične nosivosti neto poprečnog presjeka na mjestu rupa za spojna sredstva:

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$$

- Oko rupa za spojna sredstva dešava se koncentracija napona. Pojednostavljeno se usvaja da je raspodjela napona ravnomjerna, ali je to uzeto u obzir redukcijom neto presjeka sa 0.9 što se vidi u gornjem izrazu.



PREDAVANJE 05

Pitanja:

1. Koliko parcijalnih faktora γ_M se definiše u nacionalnom aneksu MEST EN 1993-1-1 NA?
2. Poprečni presjek imao zadovoljavajuću nosivost ako je proračunska vrijednost uticaja od dejstava veća od proračunske nosivosti. Je li ovo tačno?
3. Da li proračunska nosivost zavisi od klasifikacije poprečnog presjeka?
4. Kako se zove uslov tečenja koji se koristi za provjeru višeosnog naponskog stanja?
5. Što je bruto poprečni presjek?
6. Što je neto poprečni presjek?
7. Kako se određuje proračunska nosivost na zatezanje?
8. Da li proračunska nosivosti na zatezanje zavisi od klasifikacije poprečnog presjeka?
9. Kako se uzima u obzir koncentracija napona oko rupa za spojna sredstva?