

## UTJECAJ EKSCENTRICITETA NA UNUTARNJE SILE U REŠETCI

**Sanja Junušić**

*Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, student*

**Nikola Anić**

*Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, student*

**Aleksandar Jurić**

*Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, doc.dr.sc.*

**Sažetak:** U radu je analiziran utjecaj ekscentriciteta kod rešetkastih nosača na unutarnje sile u štapovima. Analiza je provedena na konkretnom ravninskom rešetkastom nosaču s unaprijed odabranim dimenzijama nosača. Pretpostavka je da su štapovi ispune potpuno upeti u pojaseve kao i gravitacijski tip opterećenja. Usvojena je kombinacija zbroja vlastite težine i pokretnog opterećenja, koncentriranih u čvorovima gornjeg pojasa. Ekscentriciteti su zadavani u donjem pojasu, zatim gornjem pojasu te u oba pojasa. Vrijednosti ekscentriciteta su zadane kao omjer skraćivanja štapa ispune i njegove duljine. Iz proračunom dobivenih rezultata, za kombinaciju opterećenja (stalno + promjenjivo), praćene su promjene vrijednosti momenta i uzdužnih sila na mjestima najvećih tlačnih sila, a to su: tlačni štap pojasa na sredini rešetke te tlačni štap ispune u prvom polju.

**Ključne riječi:** rešetka, unutarnje sile, ekscentricitet, tlačni štap, pojas, ispuna

## THE INFLUENCE OF EXCENTRICITY ON INNER FORCES IN TRUSSES

**Abstract** This paper analyses the influence of eccentricity on inner forces in the elements of a truss girder. A specific planar truss with predefined dimensions was analysed. It's assumed that web elements are equally rigidly connected to the chords and that the loads are gravitational. The load combination of self weight and one live load is used. Eccentricity is applied first in the lower chord, then in the upper chord and finally in both chords. Eccentricities are calculated as the ratio of the shortened length and the total length of the web element. From the results of the analysis, for the used load combination (self weight + live load) the changes in bending moments and axial forces were observed in the places of maximal compressive axial forces, that is the compressive top cord in the middle of the span and the compressive web element in the first field.

**Key words:** truss, inner forces, eccentricity, compressive element, chord, web element

## 1 Uvod

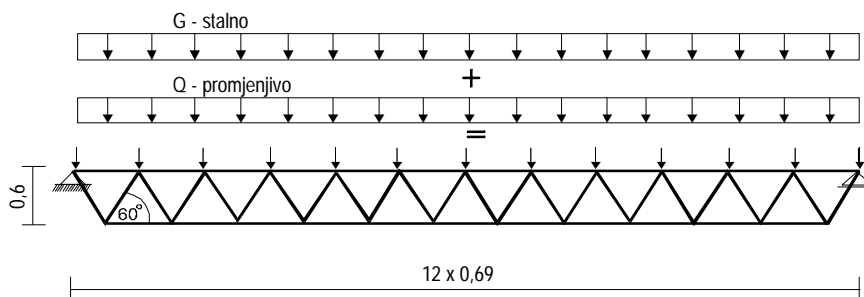
Često prilikom izvedbe samog rešetkastog nosača, odnosno spajanjem štapova ispune u gornji i donji pojas, dolazi do pogrešaka koje u pravilu rezultiraju pojavom ekscentriciteta. Nadalje, takvi ekscentriciteti nužno rezultiraju neželjenom promjenom unutarnjih sila u štapovima rešetke. U ovom radu analiziran je utjecaj takvih ekscentriciteta na promjenu unutarnjih sila u štapovima. Analizirana je podna rešetkasta konstrukcija s 12 polja i štapovima ispune izvedenih pod kutem  $60^\circ$ , djelomično preuzeta iz [1] i [2], a proračun je izvršen pomoću programskog paketa [3]. Ekscentriciteti su zadavani kao omjer skraćivanja štapa ispune i njegove duljine, a izraženi su u postotcima te su varirani kao: 1%\*, 4%\*, 7%\* i 10%\*. Rešetka je opterećena stalnim kontinuiranim opterećenjem vrijednosti 5,0 kN/m i promjenjivim kontinuiranim opterećenjem vrijednosti 2,5 kN/m koji su koncentrirani u čvorove gornjeg pojasa. Rezultati su prikazani u obliku bezdimenzionalnih dijagrama, gdje su na osi ordinate nanošene vrijednosti faktora momenata  $f_M$ , odnosno faktora uzdužnih sila  $f_N$ , a na osi apscise omjer ekscentriciteta  $\varepsilon$ , odnosno:

$$f_M = \frac{M_e}{M_0}, \quad f_N = \frac{N_e}{N_0}, \quad \varepsilon = \frac{e}{l}, \quad (1)$$

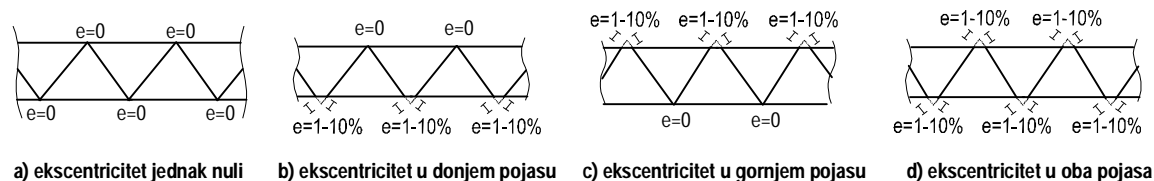
gdje je faktor momenta  $f_M$  omjer unutarnjeg momenta dobivenog s ekscentricitetom  $M_e$  i unutarnjeg momenta dobivenog bez zadanog ekscentriciteta  $M_0$ , a faktor uzdužnih sila omjer unutarnje tlačne uzdužne sile dobivene s ekscentricitetom  $N_e$  i unutarnje tlačne uzdužne sile dobivene bez zadanog ekscentriciteta  $N_0$ . Omjer ekscentriciteta uzet je kao omjer skraćivanja štapa i duljine štapa. Sličnim zadaćama bavili su se i drugi autori, [4] i [5].

## 2 Statička analiza

Kako je rečeno u uvodu, unaprijed je odabrana geometrija rešetkastog nosača, a vidi se na slici 1. U prvom koraku analizirana je rešetka bez zadanog ekscentriciteta, a nakon toga zadavani su ekscentriciteti u donjem pojasu, prema navedenim vrijednostima kao na slici 2. U drugom koraku zadavani su ekscentriciteti u gornjem pojasu, dok su u trećem zadavani u oba pojasa, slika 2.



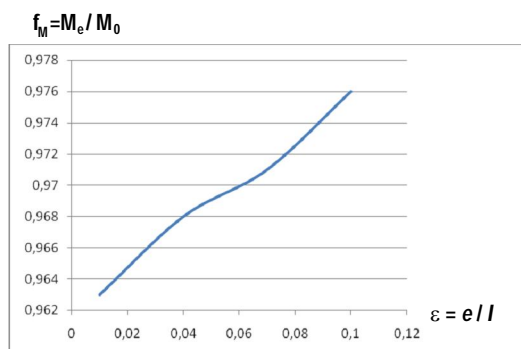
Slika 1 – Rešetkasta konstrukcija i opterećenje



Slika 2 – Zadavanje ekscentriciteta

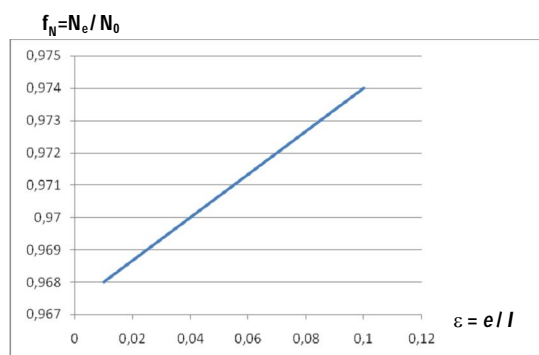
### 3 Rezultati analize

U prvom koraku varirani su ekscentriciteti u donjem pojasu, a rezultati su prikazani dijagramima na slikama 3, 4, 5 i 6.



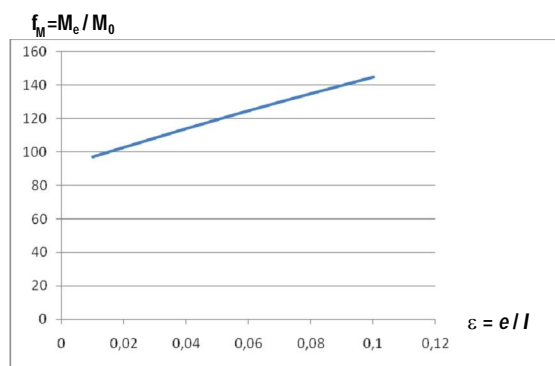
Slika 3 – Promjenjivost momenta u tlačnom pojasu – ekscentricitet u donjem pojasu

Na slici 3 vidi se promjenjivost momenta u tlačnom štapu pojasa, ovisno o promjeni ekscentriciteta u donjem pojasu, dok se na slici 4 vidi promjenjivost uzdužne sile u tlačnom štapu pojasa .

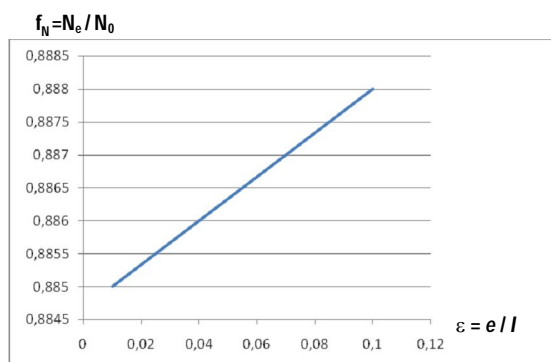


Slika 4 – Promjenjivost uzdužne sile u tlačnom pojasu – ekscentricitet u donjem pojasu

Na slici 5 vidi se promjenjivost momenta u tlačnom štapu ispune u prvom polju, ovisno o promjeni ekscentriciteta u donjem pojasu, dok se na slici 6 vidi promjenjivost uzdužne sile u tlačnom štapu ispune u prvom polju.

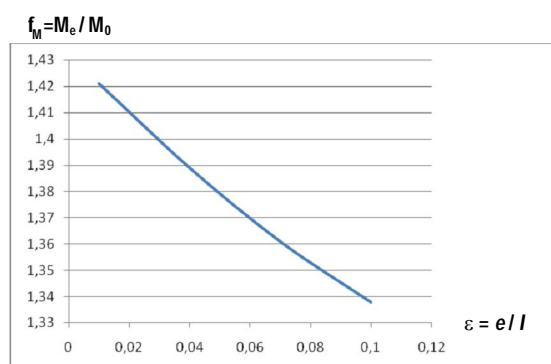


Slika 5 – Promjenjivost momenta u tlačnoj ispuni – ekscentricitet u donjem pojasu



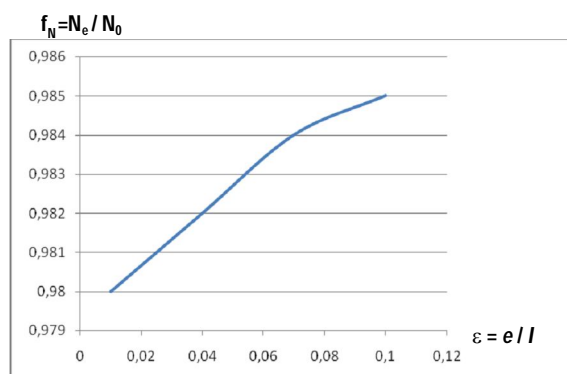
**Slika 6 – Promjenjivost uzdužne sile u tlačnoj ispuni – ekscentricitet u donjem pojasu**

U drugom koraku varirani su ekscentriciteti u donjem pojasu, a rezultati su prikazani dijagramima na slikama 7, 8, 9 i 10.

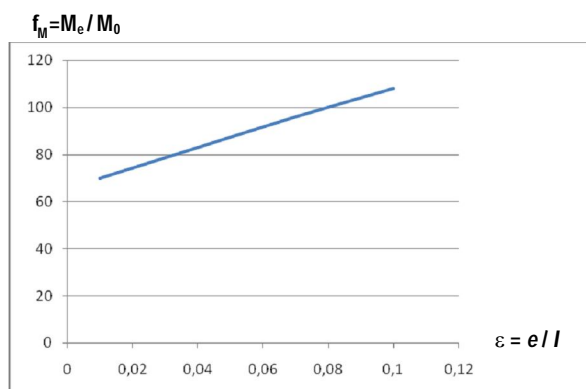


**Slika 7 – Promjenjivost momenta u tlačnom pojasu – ekscentricitet u gornjem pojasu**

Na slici 7 vidi se promjenjivost momenta u srednjem tlačnom štapu pojasa, ovisno o promjeni ekscentriciteta u gornjem pojasu, dok se na slici 8 vidi promjenjivost uzdužne sile u srednjem tlačnom štapu pojasa.

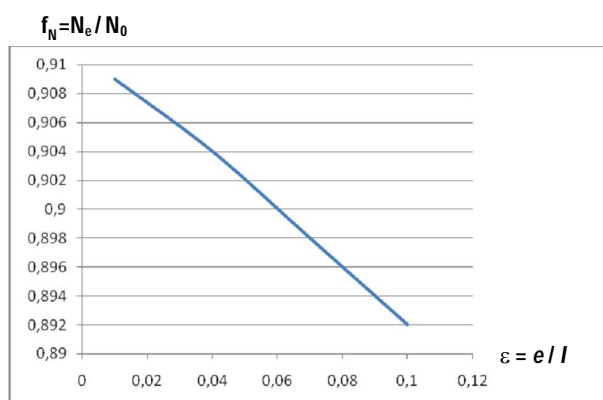


**Slika 8 – Promjenjivost uzdužne sile u tlačnom pojasu – ekscentricitet u gornjem pojasu**



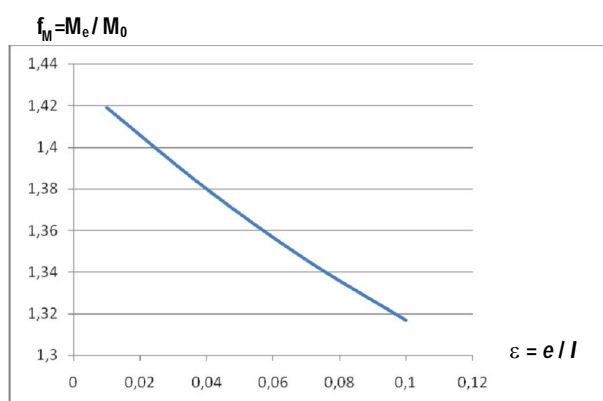
**Slika 9 – Promjenjivost momenta u tlačnoj ispuni – ekscentricitet u gornjem pojasu**

Na slici 9 vidi se promjenjivost momenta u tlačnom štapu ispune u prvom polju, ovisno o promjeni ekscentriciteta u gornjem pojasu, dok se na slici 10 vidi promjenjivost uzdužne sile u tlačnom štapu ispune u prvom polju.



**Slika 10 – Promjenjivost uzdužne sile u tlačnoj ispuni – ekscentricitet u gornjem pojasu**

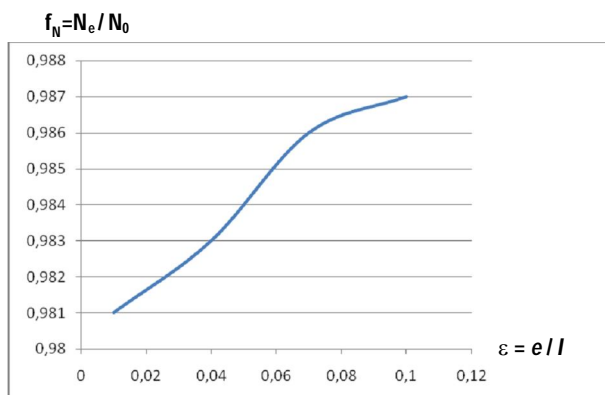
U trećem koraku varirani su ekscentriciteti u oba pojasa istovremeno, a rezultati su prikazani dijagramima na slikama 11, 12, 13 i 14.



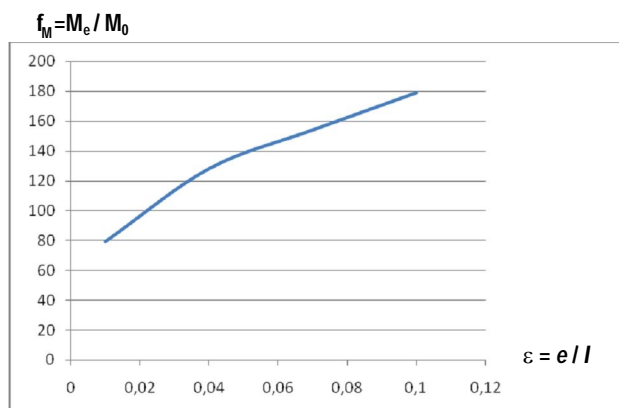
**Slika 11 – Promjenjivost momenta u tlačnom pojasu – ekscentricitet u oba pojasa**

Na slici 11 vidi se promjenjivost momenta u srednjem tlačnom štapu pojasa, ovisno o promjeni ekscentriciteta u oba pojasa, dok se na slici 12 vidi promjenjivost uzdužne sile u srednjem tlačnom štapu pojasa.

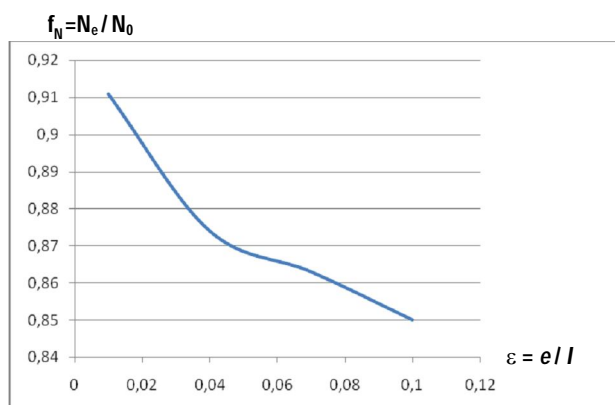
Na slici 13 vidi se promjenjivost momenta u tlačnom štapu ispune u prvom polju, ovisno o promjeni ekscentriciteta u oba pojasa, dok se na slici 14 vidi promjenjivost uzdužne sile u tlačnom štapu ispune u prvom polju.



Slika 12 – Promjenjivost uzdužne sile u tlačnom pojasu – ekscentricitet u oba pojasa



Slika 13 – Promjenjivost momenta u tlačnoj ispuni – ekscentricitet u oba pojasa



Slika 14 – Promjenjivost uzdužne sile u tlačnoj ispuni – ekscentricitet u oba pojasa

## 4 Zaključak

Nakon provedene analize unutarnjih sila, može se zaključiti sljedeće: s povećanjem ekscentriciteta donjeg pojasa, momenti i uzdužna sila na sredini rastu, a isto se događa i na rubovima ispuna. S povećanjem ekscentriciteta gornjeg pojasa, moment na sredini pada, a uzdužna sila raste, dok na rubovima moment raste, a vrijednost uzdužne sile se smanjuje. S povećanjem ekscentriciteta na oba pojasa, moment na sredini pada, a uzdužna sila raste, dok na rubovima moment raste, a vrijednost uzdužne sile se smanjuje. Rezultati analize mogu poslužiti u procjeni mogućih vrijednosti unutarnjih sila za eventualne pogreške u samoj izvedbi rešetkastih nosača.

## Literatura

- [1] Jurić, A. 1998: Primjena nelinearnog numeričkog modela na stabilnost i nosivost ravninskih čeličnih konstrukcija, magistarski rad, Građevinski fakultet sveučilišta u Splitu, Split
- [2] Mihanović, A. 1993: Stabilnost konstrukcija, DHGK, Zagreb
- [3] Programski paket, 2009: CSI SAP2000 INTEGRATED SOFTWARE FOR STRUCTURAL ANALYSIS & DESIGN V14
- [4] Radić I., Markulak, D., Mikolin, M. 2010: Design and FEM Modelling of Steel Truss Girder Joints, Strojarsvo 52 (2) 125-135.
- [5] Gazić, G., Jurić, A., Draganić, H. 2010: Analiza stabilnosti čeličnih rešetki, GNP Žabljak.