

2.05-218: Modeliranje konstrukcija

Modeliranje pomoću štapastih konačnih elemenata (1. dio)

izv. prof. dr. sc. Ivan Kraus
ikraus@gfos.hr

Diplomski sveučilišni studij Građevinarstvo
Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku



Sadržaj predavanja

- 1) Općenito o modeliranju pomoću štapnih KE
- 2) Modeliranje uglova okvirnih konstrukcija
- 3) Modeliranje greda promjenjivog poprečnog presjeka
- 4) Modeliranje greda s naglom promjenom krutosti
- 5) Modeliranje nosača T poprečnog presjeka pomoću štapnih KE
- 6) Modeliranje spregnutih nosača pomoću štapnih KE

Općenito o modeliranju pomoću štapnih KE (1)

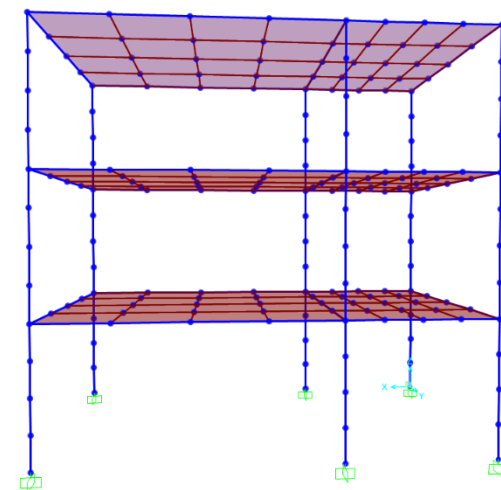
Mogućnosti modeliranja pomoću štapnih KE

Štapni KE se koriste za istraživanje ponašanja:

- 1) greda, stupova i spregova
- 2) ravnih plošnih konstrukcija (npr. posmični zidovi)
- 3) mostova s nosačima T poprečnog presjeka



<http://framed-masonry.com/>



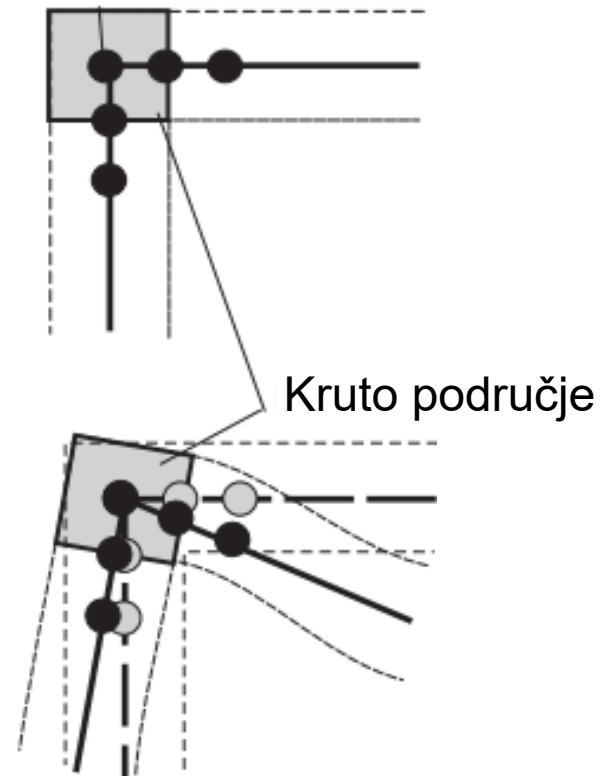
Modeliranje uglova okvirnih konstrukcija (4)

Modeliranje uglova okvirnih konstrukcija

Proračun armature za betonske elemente je brži ako se koriste štapni KE u odnosu na primjenu plošnih KE.

Spojevi armiranobetonskih greda i stupova su područja za koja ne vrijedi pretpostavka da presjeci ostaju približno ravni prije i nakon opterećivanja (Bernoullijeva hipoteza). U ovom slučaju štapni KE daju približne vrijednosti reznih sila. To su područja diskontinuiteta.

Detalj: ugao okvira



Modeliranje uglova okvirnih konstrukcija

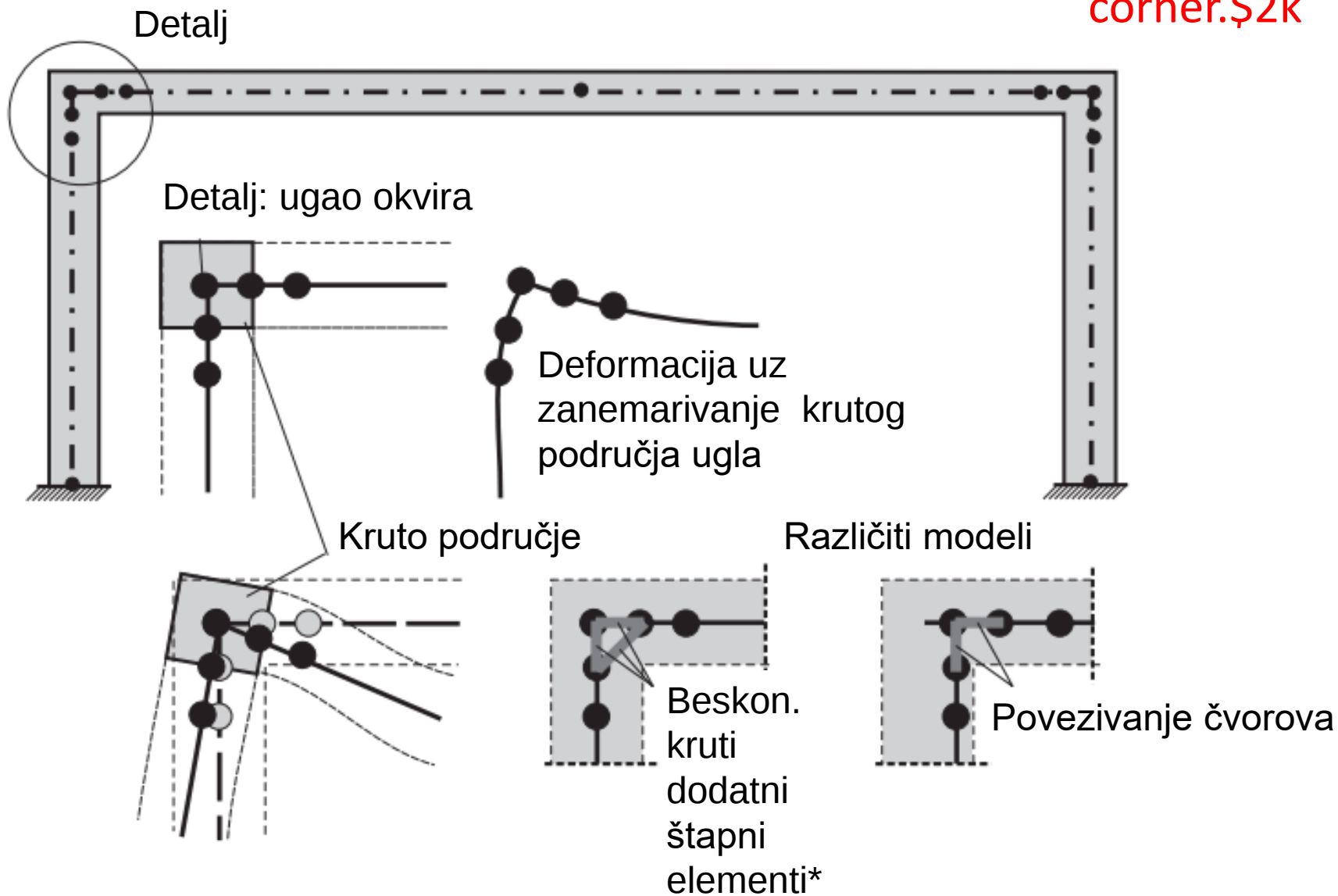
Za potrebe dimenzioniranja konstrukcija “stvarne” vrijednosti obično nisu potrebne.

Svrha proračuna okvirnih konstrukcija ne svodi se na proračun maksimalnih reznih sila na sjecištu osnih linija greda i stupova, već na proračun umanjenih sila na unutarnjem licu ugla za savijanje ili na udaljenosti npr. $0,5d - 1,0d$ za poprečnu silu, ovisno o normi (d je statička visina p.p.).

U stvarnim konstrukcijama, uglovi okvira ponašaju se kao krute dijafragme. U tim se područjima čvorovi štapnog modela ne mogu pomicati neovisno jedni o drugima te ih je potrebno povezati.

Modeliranje uglova okvirnih konstrukcija

corner.\$2k



* mogući numerički problemi

Modeliranje uglova okvirnih konstrukcija

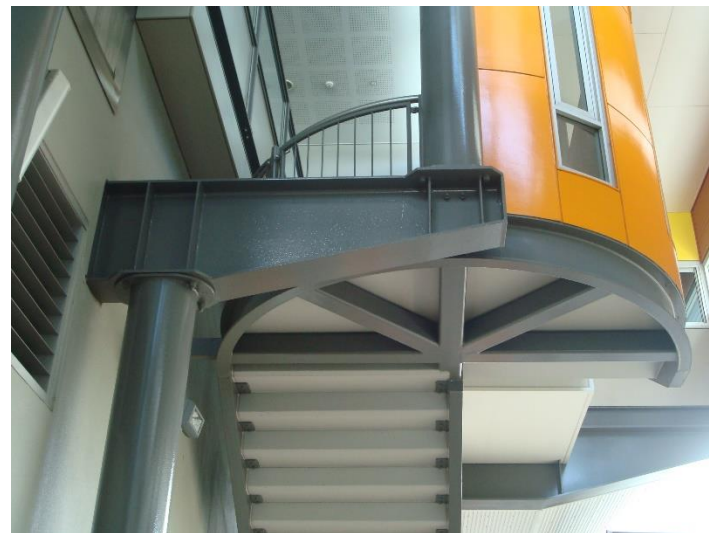
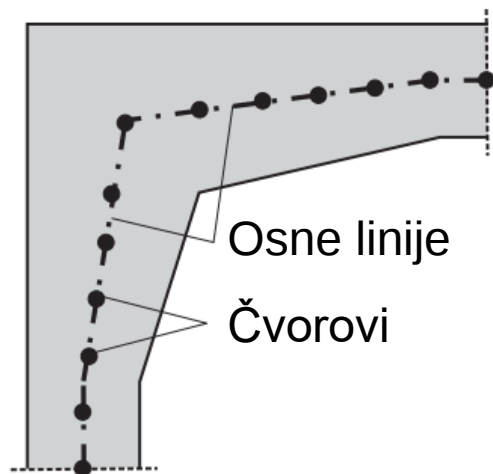
Za modeliranje krutog ponašanja dijelova armiranobetonskih konstrukcija (npr. spoj grede i stupa) preporuča se korištenje velikih krutosti, reda veličine 10^{11} kNm ili 10^{11} kNm /rad.

Modeliranje greda promjenjivog p.p. (4)

Modeliranje greda promjenjivog poprečnog presjeka

Visina poprečnog presjeka se može mijenjati duž raspona nosača radi, npr.:

- 1) optimizacije raspodjele armature
- 2) radi smanjenja momenata
- 3) radi povećanja nosivosti

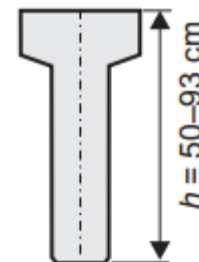
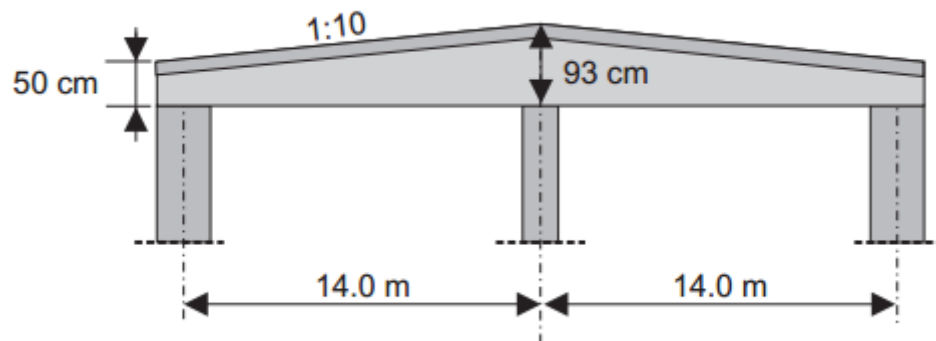


Modeliranje greda promjenjivog poprečnog presjeka

trapeze. \$2k

Za okvirne konstrukcije s nagnutim nosačima promjenjivog poprečnog presjeka potrebno je:

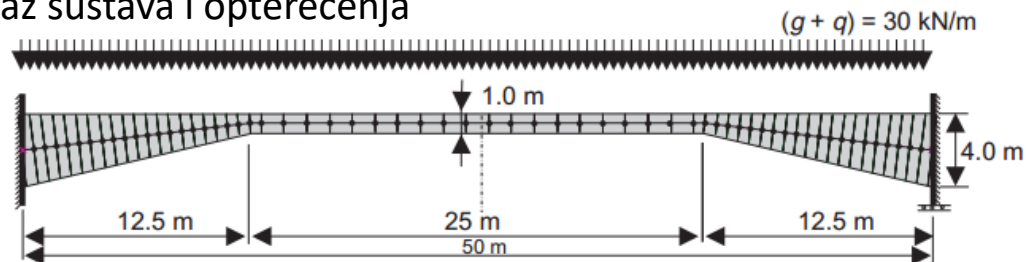
- 1) modelirati promjenjivost presjeka
- 2) modelirati nagib osne linije (važno kod dimenzioniranja na poprečne sile)
- 3) povezati čvorove na spojevima



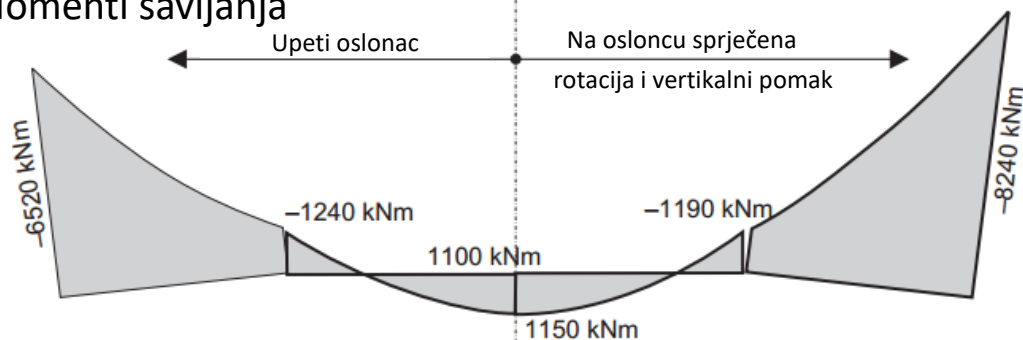
Modeliranje greda promjenjivog poprečnog presjeka

Slika prikazuje središnji raspod mosta opterećen jednolikim kontinuiranim opt.

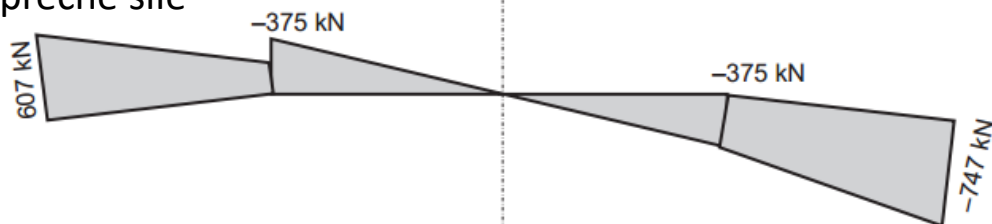
Prikaz sustava i opterećenja



Momenti savijanja



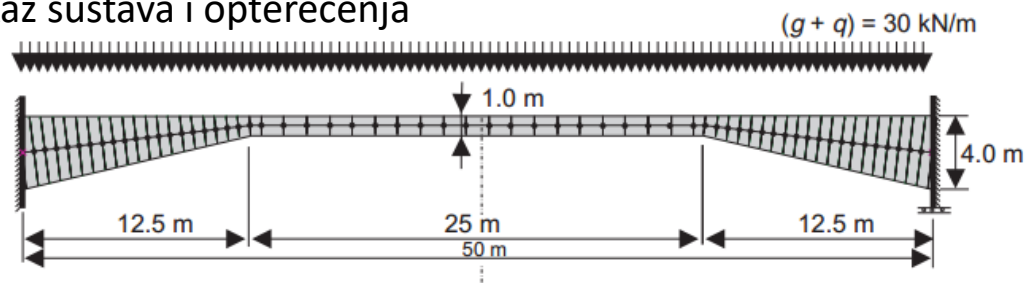
Poprečne sile



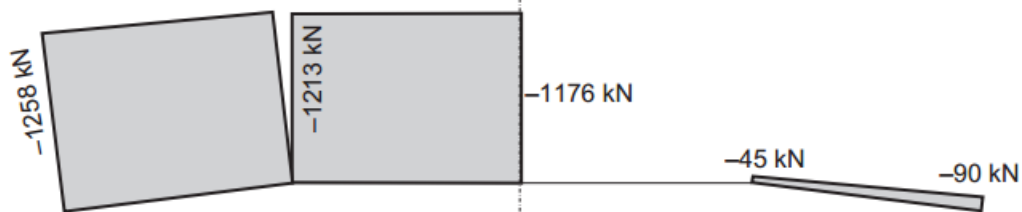
Modeliranje greda promjenjivog poprečnog presjeka

Slika prikazuje središnji raspod mosta opterećen jednolikim kontinuiranim opt.

Prikaz sustava i opterećenja



Uzdužne sile



Pomaci



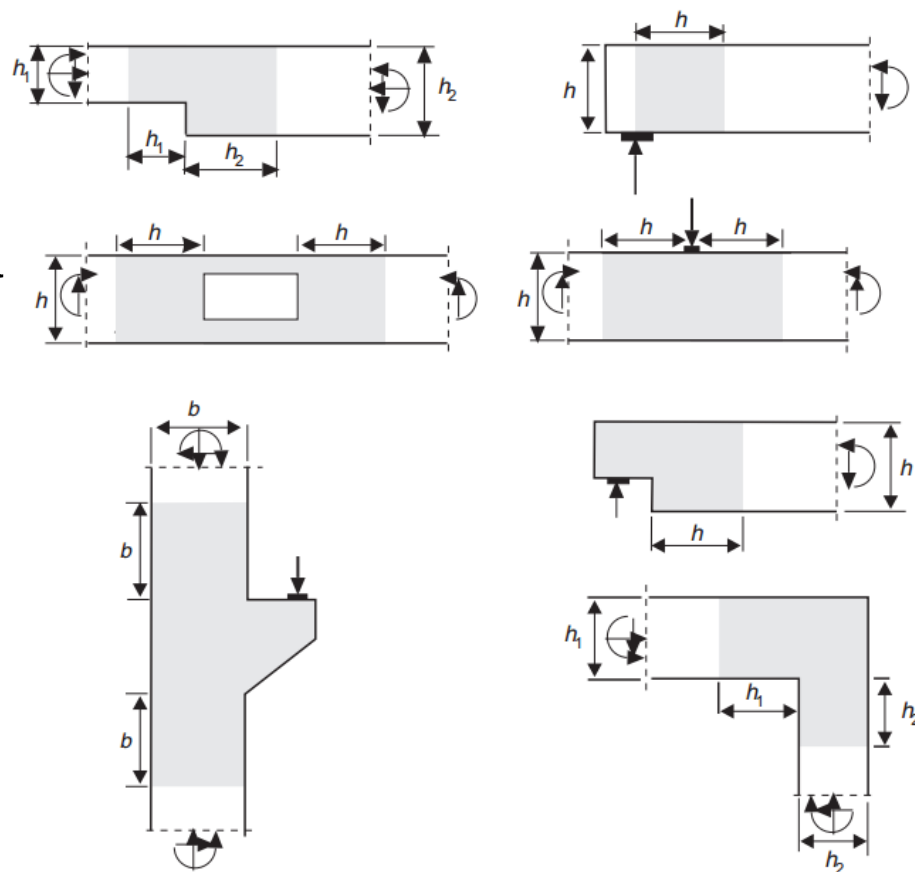
Modeliranje greda s naglom promjenom krutosti (2)

Modeliranje greda s otvorima i promjenama krutosti

Bernoullijeva hipoteza o ravnim presjecima **nije važeća** za:

- 1) elemente s naglim promjenama poprečnih presjeka
- 2) spojeve stupova i greda
- 3) elemente s otvorima

Takva područja **ne mogu precizno biti proračunata** uz primjenu štapnih elemenata koji se zasnivaju na linearnoj raspodjeli deformacija duž visine presjeka.

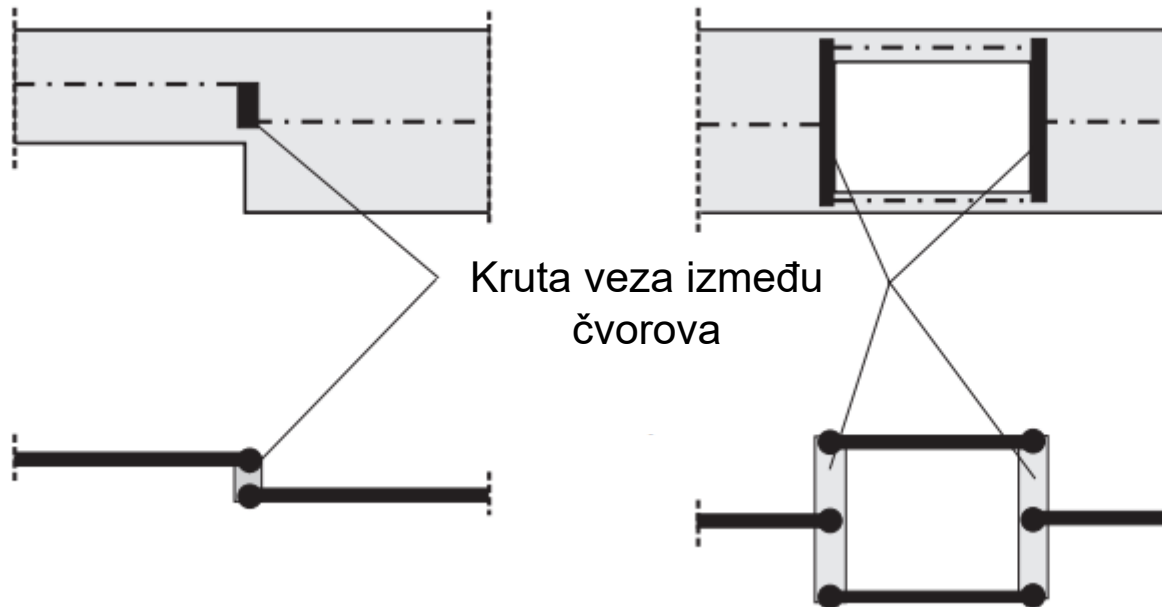


Modeliranje greda s otvorima i promjenama krutosti

aperture.\$2k

Metode modeliranja:

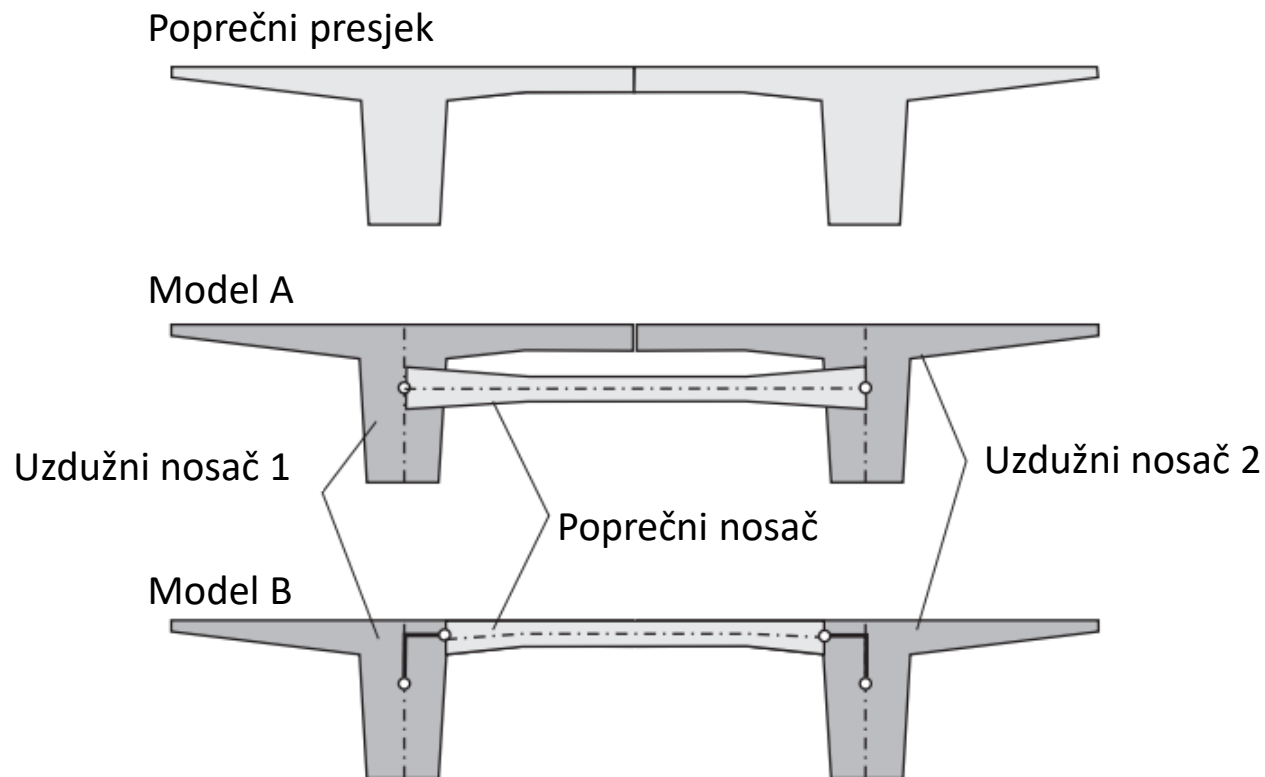
- 1) povezivanje čvorova kao u slučaju uglova okvira
- 2) u područjima otvora koristiti dva odvojena štapna KE



Poprečne sile na mjestu otvora uglavnom preuzimaju tlačni KE! Ovo treba uzeti u obzir prilikom dimenzioniranja.

Modeliranje
nosača T p.p.
pomoću
štapastih KE
(3)

Modeliranje nosača T poprečnih presjeka

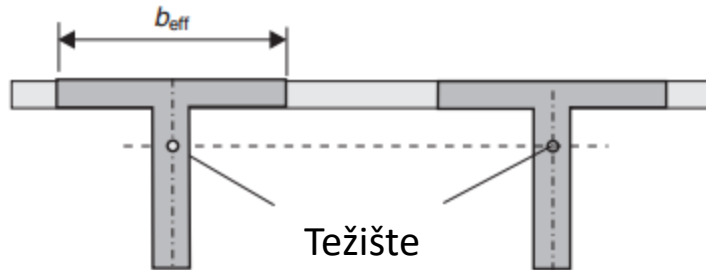


U slučaju modela B rezne sile na krajevima poprečnog nosača rezultiraju momentima torzije u uzdužnim nosačima.

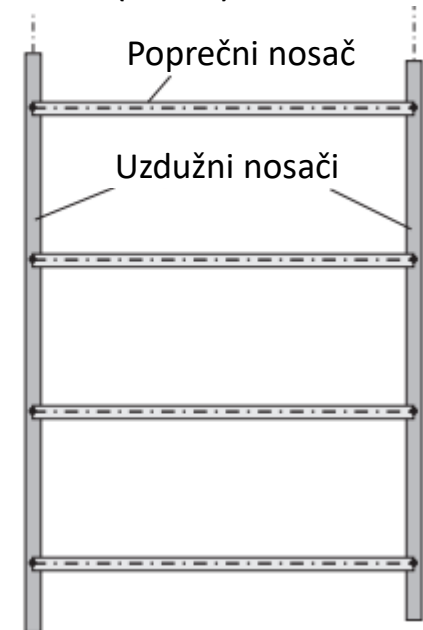
Modeliranje nosača T poprečnih presjeka

grill.\$2k

Poprečni presje stvarnog sustava

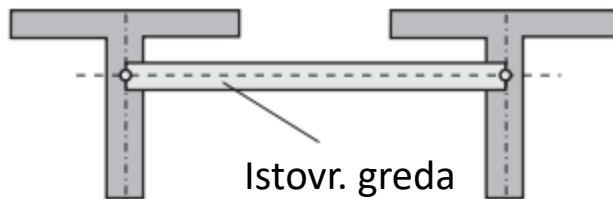


Roštiljni sustav (tlocrt)

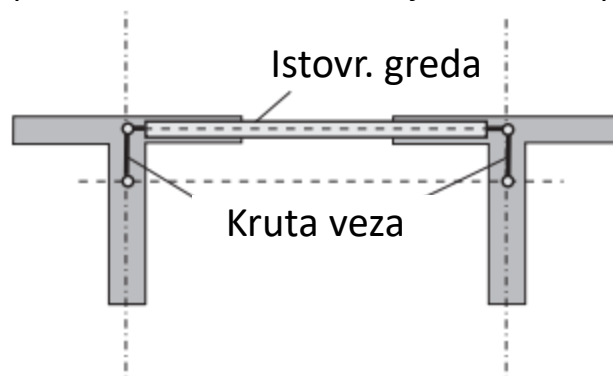


Štapasti sustav

a) pop. nosač s hvatištima na mjestu težišta p.p. uzduž. nosača



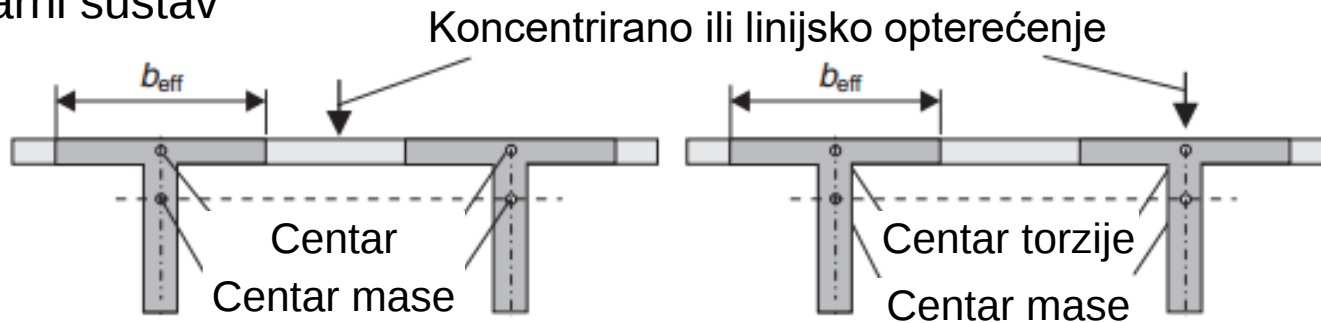
b) pop. nosač s hvatištima na mjestu težišta p.p. ploče



Broj poprečnih nosača, i njihov međusobni razmak, utječe na raspodjelu opterećenja pa razmak poprečnih nosača ne smije biti velik naročito u slučaju koncentriranih opterećenja.

Modeliranje nosača T poprečnih presjeka

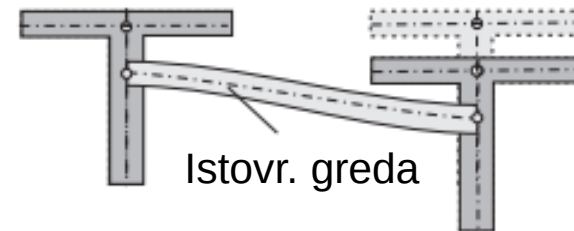
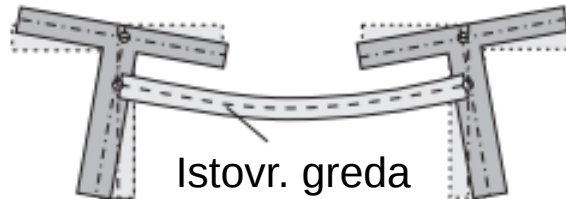
Stvarni sustav



Roštiljni sustav

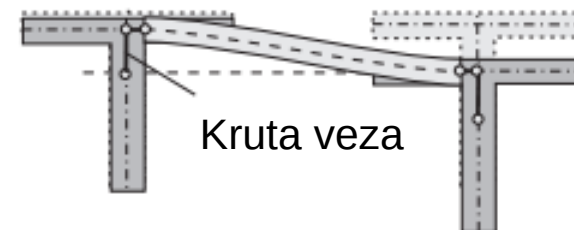
a) pop. nosač s hvatištima na mjestu težišta p.p. uzduž. nosača

Vlačne sile u
poprečnom
nosaču



b) pop. nosač s hvatištima na mjestu težišta p.p. ploče

Tlačne sile u
poprečnom
nosaču



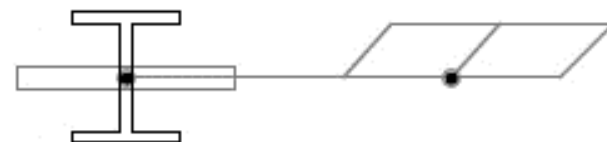
*Uzdužni nosači rotiraju oko centra torzije

Modeliranje spregnutih nosača pomoću štapastih KE (3)

Modeliranje spregnutih konstrukcija

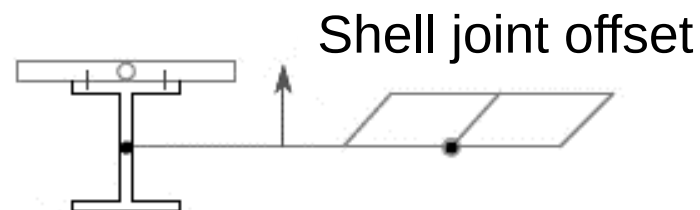
Model 1 – fiktivni nespregnuti sustav

(štapasti i plošni KE su nacrtani u razini koja odgovara težištu poprečnog presjeka I profila i dijele iste čvorove)



Model 2 – spregnuti sustav

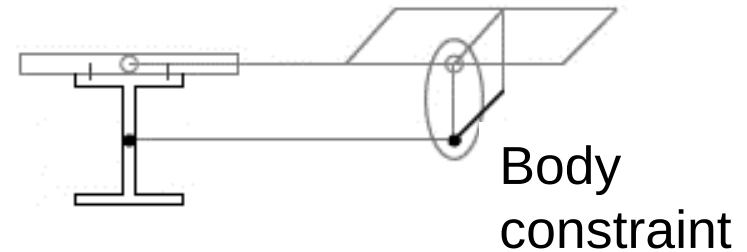
(štapasti i plošni KE su nacrtani u razini koja odgovara težištu poprečnog presjeka I profila i dijele iste čvorove, no čvorovi plošnog KE su pomaknuti tako da je ploča smještena iznad grednog nosača)



Modeliranje spregnutih konstrukcija

Model 3 – spregnuti sustav

(štapasti i plošni KE su nacrtani u razini koja odgovara težištima poprečnih presjeka pojedinog elementa, a spojeni su preko Body veze)

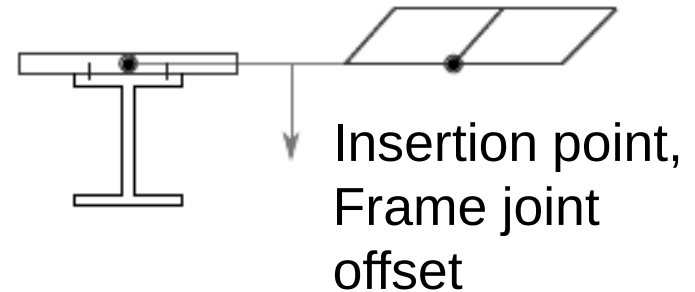


Modeliranje spregnutih konstrukcija

t-section.\$2k

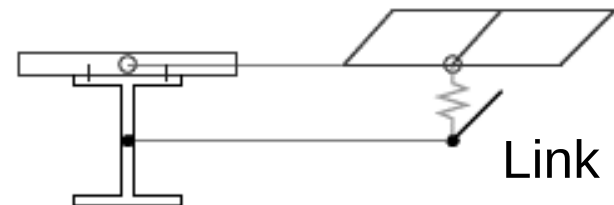
Model 4 – spregnuti sustav

(štapasti i plošni KE su nacrtani u razini koja odgovara težištu p.p. ploče, no čvorovi štapastog KE su pomaknuti tako da je hvatište njegovog p.p. smješteno u težištu p.p. ploče)



Model 5 – spregnuti sustav

(štapasti i plošni KE su nacrtani u razini koja odgovara težištima njihovih poprečnih presjeka, a povezani su preko Link konačnih elemenata)



Pitanja?

izv. prof. dr. sc. Ivan Kraus

ikraus@gfos.hr

kabinet: II.14