

## ISPITNA PITANJA ZA KOLEGIJ METALNE KONSTRUKCIJE II

### 1 Poglavlje:

#### Problematika modeliranja konstrukcija, kriterija dokaza nosivosti i primjenjenih metoda proračuna

1. Što općenito podrazumijeva idealizirani proračunski model konstrukcije? Navedite i nekoliko karakterističnih proračunskih kriterija na kojima mogu biti bazirani dokazi dostatne pouzdanosti konstrukcije.
2. Navedite nekoliko primjera naprezanja koja postoje u realnim konstrukcijama ali se pri standardnim proračunima najčešće ne uzimaju u obzir. Pojasnite kada i zašto je to moguće.
3. Navedite osnovne metode globalnog proračuna konstrukcija i sažeto objasnite pretpostavke na kojima se zasnivaju te uvjete primjene. Što se globalnim proračunom konstrukcije zapravo modelira?
4. Navedi moguće načine otkazivanja nosivosti u čeličnim konstrukcijama te pojasni njihovu vezu s parcijalnim faktorima.
5. Definiiraj i opiši značenje svojstva plastičnosti za proračune i modeliranje čeličnih konstrukcija (ilustriraj i primjerima).

### 2 Poglavlje:

#### Višedjelni tlačni elementi

1. Definiiraj pojam višedjelnog tlačnog elementa i navedi vrste te glavne karakteristike.
2. Pojasni značenje utjecaja posmične sile kod proračuna višedjelnih tlačnih elemenata. Navedi ulogu i značenje posmične krutosti pri proračunima.
3. Pojasni postupak određivanja posmične krutosti za pojedine vrste višedjelnih elemenata i navedi kako se ona utvrđuje prema EN propisima.
4. Navedi moguće razloge otkazivanja nosivosti višedjelnih elemenata te s tim u vezi i proračunski pristup višedjelnih elemenata usvojen u EN propisima.
5. Navedi tijek kodificiranog proračuna i potrebne dokaze pouzdanosti višedjelnog elementa s rešetkastom ispunom.
6. Navedi tijek kodificiranog proračuna i potrebne dokaze pouzdanosti višedjelnog elementa s paralelnom ispunom.
7. Pojasni proračunski tretman višedjelnih elemenata koji su tako približeni da su međusobno spojeni.

### 3 Poglavlje:

#### Punostijeni limeni nosači

1. Pojasni pojam, područja primjene, prednosti, preliminarno dimenzioniranje i neke mogućnosti konstrukcijskog oblikovanja punostijenih pločastih nosača.
2. Pojasni razliku u ponašanju štapnih i pločastih elemenata izloženih uzdužnom tlaku. Skiciraj odgovarajuće krivulje naprezanje-deformacija.

3. Navedi pretpostavke linearne teorije izbočivanja pločastih elemenata, značenje koeficijenta izbočivanja  $k$  (i o čemu on ovisi), te kritičnog naprezanja izbočivanja  $\sigma_{cr}$ .
4. Pojasni značenje odnosa stranica ploče na njeno ponašanje pri uzdužnom tlaku, te s tim u vezi i komentar ponašanja dijelova pločastog nosača (hrpta i pojasnice).
5. Koje osnovne pretpostavke podrazumijeva proračun tlačne ploče po nelinearnoj teoriji? Kvalitativno skiciraj dijagrame naprezanje-deformacija.
6. Na čemu se temelji postojanje prekrokritičnih rezervi ploče izložene tlačnim naprezanjima i što taj pojam podrazumijeva? Opiši kako se taj efekt proračunski uzima u obzir.
7. Pojasni koncept efektivne širine ploče i navedi koji se efekt ponašanja ploče njime uzima u obzir.
8. Navedi vrste ukrućenja pločastih nosača, što znači pojam „minimalne potrebne krutosti“ ukrućenja, te vezu između naprezanja u ploči i odabira odgovarajućih ukrućenja.
9. Navedi vrste poprečnih ukrućenja pločastih nosača, skiciraj njihove moguće izvedbe, te također i očekivani raspored ukrućenja na slobodno položenom nosaču (s I poprečnim presjekom).
10. Navedi ulogu horizontalnih ukruta, značenje djelomičnog i pojedinačnog polja ploče, te skiciraj karakteristične poprečne presjeke uzdužnih ukruta.
11. Objasni pojam ortotropne ploče, objasni i skiciraj moguće načine njenog ponašanja kada je izložena uzdužnom tlaku, te skiciraj očekivani raspored ukrućenja na kontinuiranom pločastom nosaču s dva polja (i I poprečnim presjekom).
12. Objasni ponašanja pločastog nosača izloženog posmičnim naprezanjima i pojasni postojanje i način ostvarivanja prekrokritične nosivosti u tom slučaju.
13. Skiciraj mehanizam prekrokritičnog djelovanja pločastog nosača izloženog posmiku. Navedi i objasni ulogu pojedinih dijelova toga mehanizma. Objasni (i skiciraj) i mehanizam potpunog kolapsa takvoga modela.
14. Navedi i objasni faze funkcioniranja (ponašanja) pločastog nosača izloženog postepenom porastu posmičnih naprezanja. Sumarno navedi sve doprinose ukupnoj otpornosti nosača.
15. Pojasni fenomen lokalnog izbočivanja pločastih nosača uslijed djelovanja koncentriranih sila – navedi moguće načine ponašanja te opiši način teorijskog rješavanja ovoga problema.
16. Što podrazumijevamo pod pojmom „izbočivanje izazvano pojasnicom“? Skiciraj i pojasni.
17. Koja metoda proračuna izbočivanja ploča se koristi u EN propisima? Pojasni osnovu te metode.
18. Koja dva moguća načina ponašanja tlačno opterećene ploče se analiziraju pri kodificiranom proračunu u EN propisima? Pojasni taj proračunski tretman na primjeru ploče bez ukrućenja.
19. Opiši pojednostavljeni način proračuna tlačno opterećene ploče s uzdužnim ukrućenjima i navedi kada se on može koristiti. Pojasni kako se računa djelotvorna površina tlačnog područja za takav slučaj.
20. Od kojih se komponenti sastoji ukupna otpornost ploče izložene posmiku? Objasni važnost vrste ležajnih ukrućenja za proračun.
21. Navedi tijek proračuna ploče izložene posmiku i konačni način dokazivanja dostatne pouzdanosti. Dokaz u slučaju istovremenog djelovanja momenta savijanja i poprečne sile.
22. Kako se računa djelotvorna površina poprečnih međuukrućenja te kako se ono proračunski tretira? Skiciraj!

23. Skiciraj moguće detalje ležajnog oslanjanja punostijenih nosača I poprečnog presjeka i objasni kako odabir pojedinog detalja utječe na tijek proračuna. Ukratko objasni postupak proračuna ležajnog ukrućenja.

#### 4 Poglavlje:

##### Hladnooblikovani tankostijeni elementi

1. Skiciraj karakteristične poprečne presjeke štapastih i pločastih hladnooblikovanih elemenata, naznači njihove karakteristične dimenzije te navedi područja primjene, te prednosti i mane njihove primjene.
2. Opiši postupak proizvodnje hladnooblikovanih elemenata i navedi potrebne karakteristike materijala za hladnooblikovanje te ograničenja debljine osnovnog materijala.
3. Sažeto navedi koje je sve dokaze dostatne pouzdanosti potrebno provesti pri proračunu hladnooblikovanih elemenata – probaj to kategorizirati na globalne i lokalne probleme.
4. Pojasni kako se proces hladnog oblikovanja materijala odražava na mehanička svojstva čelika, odnosno s tim u vezi proračun hladnooblikovanih elemenata. Navedi koje se sve vrijednosti granice popuštanja koriste u kodificiranim proračunima.
5. Kako se određuje proračunska debljina stijenki hladnooblikovanih profila i koji sve parametri utječu na *geometrijsko* modeliranje/definiranje hladnooblikovanih presjeka.
6. Skiciraj karakteristične vrste ukrućenja kod hladnooblikovanih elemenata te navedi kako se nazivaju pojedini dijelovi hladnooblikovanih elemenata obzirom na uvjete oslanjanja i postojanje ukrućenja. Pojasni ulogu ukrućenja i način njihovog modeliranja u određivanju pouzdanosti poprečnih presjeka.
7. Navedi moguće probleme stabilnosti koji se mogu pojaviti kod hladnooblikovanih elemenata – skiciraj i pojasni!
8. Navedi i pojasni faze proračuna pločastih elemenata s rubnim ukrućenjem, te na kraju skiciraj mjerodavne dimenzije na temelju kojih se određuje pouzdanost.
9. Što je to distorzijsko izvijanje i na koji se način proračunski uzima u obzir? Skiciraj!
10. Pojasni problem poprečnog savijanja pojasnice (tzv. curling) i kako se proračunski tretira. Skiciraj!
11. Navedi koje dokaze pouzdanosti je potrebno provesti na razini poprečnih presjeka hladnooblikovanih elemenata. Ukratko objasni specifičnosti pojedinih dokaza.
12. Utjecaj momenta torzije na ponašanje hladnooblikovanih elemenata – pojasniti proračunski tretman i navesti naprezanja koja ulaze u konačno dokazivanje dostatne pouzdanosti.
13. Navesti koje je dokaze hladnooblikovanih elemenata potrebno provesti na razini elementa? Što je to torzijsko izvijanje – objasni i skiciraj!
14. Kako se proračunava tlačna otpornost hladnooblikovanog elementa – navedi faze i specifičnosti proračuna.
15. Objasni problematiku i specifičnosti bočno-torzijskog izvijanja kod hladnooblikovanih elemenata – skiciraj karakteristične modele koji se koriste pri proračunu.
16. Navedi načine spajanja hladnooblikovanih elemenata i karakteristike njihovih priključaka. Osnovne vrste mehaničkih spojnih sredstava. Pojasniti moguće načine otkazivanja kod mehaničkog spajanja.
17. Specifičnosti primjene tehnike zavarivanja kod hladnooblikovanih elemenata. Navesti moguće postupke zavarivanja.

## **5 Poglavlje:**

### **Modeliranje i proračun priključaka**

1. Objasni kako se klasifikacija priključaka provodi u odnosu prema korištenoj metodi globalnog proračuna konstrukcije.
2. Kako se priključci klasificiraju u slučaju korištenja elastične metode za globalni proračun konstrukcije? Navedi kako se u tom slučaju modeliraju karakteristike priključka stup-greda.
3. Navedi osnovne uzroke deformabilnosti priključaka te princip proračuna karakteristika priključaka prema metodi komponenata. Navedi i neke od osnovnih komponenata priključaka prema Eurokodu.
4. Navedi i skiciraj način određivanja proračunskih karakteristika priključaka potrebnih za proračun konstrukcija prema Eurokodu. Opiši što svaka od njih reprezentira.
5. Navedi koje se tipične osnovne komponente priključaka pojavljuju kod zavarenih priključaka greda-stup. Kako se može povećati nosivost hrpta kod takvih priključaka?
6. Koje su moguće raspodjele sila između vijaka u vijčanim priključcima greda-stup s čelnom pločom? O čemu će ponajviše ovisiti ta raspodjela?
7. Objasni pojam i ulogu T-elementa kod proračuna vijčanih priključaka. Koji su mogući načini otkazivanja nosivosti takvog elementa - skiciraj.

## **6 Poglavlje:**

### **Visoke zgrade**

1. Vrste okvirnih sustava kod višetažnih građevina. Karakteristični rasteri i dispozicija kod čeličnih zgrada te mogući načini prijenosa vertikalnog opterećenja u višetažnim građevinama.
2. Koncept proračuna višetažnih građevina s poduprtim okvirima – prednosti i nedostaci. Skicirati karakteristične priključke greda-stup kod takvog sustava.
3. Objasniti ulogu i važnost veznog sustava (spregova) kod višetažnih građevina – navesti potrebni broj i vrste vezova, pretpostavke koje moraju biti ostvarene za njihovo funkcioniranje – pojasniti proračun (po mogućnosti skicirati).
4. Značajke višetažnih tornjeva – razlike u odnosu na višetažne građevine. Karakteristični nosivi sustavi za višetažne tornjeve – skicirati.
5. Ograničenost primjene okvirnih sustava za konstrukcije višetažnih tornjeva – objasniti, navesti područje racionalne primjene te moguća poboljšanja.
6. Karakteristike cijevnog sustava – koncepcija, prednosti i način preuzimanja opterećenja. Okvirni i rešetkasti cijevni sustavi.

## **7 Poglavlje:**

### **Seizmika**

1. Navesti pozitivne karakteristike čelika obzirom na seizmička djelovanja te moguće načine otkazivanja nosivosti karakteristične za čelične konstrukcije.
2. Objasniti karakteristične aspekte relevantnih mehaničkih karakteristika čelika iz aspekta seizmičke otpornosti. Posebno pojasniti značaj svojstva duktilnosti i neelastičnog ponašanja čeličnih konstrukcija.

3. Definicija i uloga faktora ponašanja kod seizmičkih proračuna konstrukcije. Ukratko objasniti način određivanja faktora ponašanja kod proračuna čeličnih konstrukcija.
4. Navedi i objasni moguće proračunske pristupe za seizmički proračun čeličnih konstrukcija prema Eurokodu. Koje je uvjete potrebno zadovoljiti da bi se mogao odabrati pojedini proračunski pristup i o čemu to ovisi?
5. Važnost odabira osnovnog materijala iz aspekta mehaničkih karakteristika u seizmičkim proračunima – navesti moguće postupke za osiguranje potrebnih svojstava čelika u realnim konstrukcijama.
6. Navesti konstrukcijske sustave čeličnih građevina obzirom na mogućnost preuzimanja potresnih djelovanja, ukatko objasniti osnovne karakteristike. Kako se određuje faktor ponašanja kod čeličnih konstrukcija?
7. Skicirati moguće načine ponašanja (mehanizme) čeličnih okvirnih konstrukcija pri potresnim djelovanjima. Navesti poželjne načine ponašanja i glavne provjere koje treba provesti za stupove, grede i priključke.
8. Pojasniti ponašanje vertikalnih vezova (spregova) kod poduprtih okvira pri potresnom djelovanju. Moguće konfiguracije vezova i kratki komentar načina ponašanja. Dispozicija vezova kod centričnih vezova prema Eurokodu.
9. Objasniti način funkcioniranja poduprtih okvira s ekscentričnim vezovima. Pojam, vrste i način funkcioniranja seizmičkih spona.
10. Sažeto objasniti način ponašanja čeličnih okvira ispunjenih zidanim ispunom. Tretman ovih konstrukcija prema Eurokodu i pojednostavljeno modeliranje.

Prof.dr.sc. Damir Markulak