

## ISPITNA PITANJA OTPORNOST MATERIJALA 1

### 1. ANALIZA NAPONA

Definisati površinske i zapreminske sile; Definisati napon i pojam stanja napona u tački; Tenzor napona; Konvencija o znaku komponentnih napona; Izvesti veze između napona i tenzora napona (Cauchy-eve jednačine); Izvesti veze između napona i zapreminskih sila (jednačine ravnoteže); Kako glase Cauchy-evi površinski uslovi? Stav o konjugovanosti smičućih napona; Stav o konjugovanosti napona; Promena komponenta tenzora napona pri rotaciji koordinatnog sistema; Glavni naponi i pravci glavnih napona; Invarijante stanja napona; Ekstremne vrednosti normalnih i smičućih napona i njihovi pravci; Razlaganje tenzora napona na sferni i devijatorski deo; Mohr-ovi krugovi kod prostornog stanja napona; Ravno stanje napona: Komponentni naponi; Izrazi za normalni i tangencijalni napon u kosoju presečnoj ravni; Mohr-ov krug; Glavni naponi i glavne ose; Za zadato stanje napona konstruisati Mohr-ov krug napona, odrediti glavne napone i njihove pravce; Definisati linearno stanje napona i čisto smicanje i prikazati odgovarajuće Mohr-ove krugove.

### 2. ANALIZA DEFORMACIJE

Osnovne pretpostavke teorije malih deformacija; Komponentna pomeranja; Definicija dilatacije i klizanja; Stanje deformacije u okolini tačke; Veze između komponentnih deformacija i komponentnih pomeranja; Osnovni stav analize deformacije (razlaganje vektora pomeranja u okolini tačke); Čista deformacija elementa tela u okolini tačke; Vektor deformacije; Tenzor deformacije; Razlaganje vektora deformacije na komponente; Promena komponenti deformacija pri rotaciji koordinatnog sistema (matrična formulacija); Pojam matrice transformacije; Sferni i devijatorski deo tenzora deformacija; Glavne dilatacije i pravci glavnih dilatacija; Invarijante stanja deformacije; Kubna dilatacija; Mohr-ovi krugovi deformacije; Ekstremne vrednosti klizanja; Ravno stanje deformacije; Izrazi za dilataciju i klizanje za dva proizvoljna međusobno ortogonalna pravca; Mohr-ov krug; Glavne dilatacije i glavne ose; Uslovi kompatibilnosti deformacija.

### 3. KONSTITUTIVNE JEDNAČINE

Kategorizacija materijala; Pojam homogenosti i izotropije; Eksperimentalni podaci o vezi između napona i dilatacije, radni dijagrami; Primeri idealnih tela; Za osnovna idealna tela dati vezu između  $\sigma$  i  $\varepsilon$ ; Idealno elastično (Hooke-ovo) telo: Konstitutivne jednačine pri jednoosnom naprezanju (Hooke-ov zakon); Konstante elastičnosti; Generalisani Hooke-ov zakon za koordinatni sistem čije se ose poklapaju sa glavnim osama; Generalisani Hooke-ov zakon za proizvoljno orijentisan koordinatni sistem; Neumann-Duhamel-ove jednačine linearne termoelastičnosti; Osnovne i izvedene konstante elastičnosti materijala; Veza između kubne dilatacije i srednjeg normalnog napona.

### 4. ODREĐIVANJE NAPONA I DEFORMACIJA U NAPREGNUTOM TELU

Rekapitulacija osnovnih jednačina; Formulacija problema teorije elastičnosti; Metode rešavanja problema teorije elastičnosti; Zakon superpozicije; Saint-Venant-ov princip.

## GREDNI NOSAČ

### 5. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESEKA GREDE

Definicija i znak momenata inercije (aksijalni, centrifugalni i polarni); Veza između aksijalnih i polarnog momenta inercije; Izvesti izraze za momente inercije pravougaonog preseka (koordinatni početak je u temenu) i kružnog preseka u odnosu na ose  $y$  i  $z$ ; Definisati Steiner-ovu teoremu; Pokazati primenu ove teoreme na zadanom poprečnom preseku; Izvesti izraze za momente inercije pri rotaciji koordinatnog sistema; Glavni momenti i glavne ose inercije; Prva i druga invarijanta momenata inercije; Glavni moment inercije i glavne ose inercije kod simetričnih preseka (ilustrovati na kvadratu i polukrugu); Definisati poluprečnike inercije i elipsu inercije; Skicirati elipsu inercije za dati presek.

## 6. GREDA OPTEREĆENA PODUŽNIM SILAMA

Postavka problema; Izvesti izraz za normalni napon; Kakvo je to stanje napona? Odrediti glavne napone i prikazati ih na Mohr-ovom krugu napona; Navesti specijalne slučajeve naprezanja grede opterećene podužnim silama.

**Aksijalno naprezanje grede:** Napisati izraze za komponente napona, deformacije, pomeranja i izduženje; Rešenje za neprizmatičan štap: Diferencijalna jednačina štapa; Uticaj temperature; Dimenzionisanje.

**Čisto pravo savijanje:** Navesti osnovne pretpostavke elementarne teorije čistog pravog savijanja i izvesti izraz za normalni napon; Bernoulli-Euler-ov zakon; Dimenzionisanje pri čistom pravom savijanju; Otporni moment preseka; Izrazi za otporni moment pravougaonog i kružnog preseka i preseka u obliku ravnokrakog trougla; Otporni moment idealnog preseka; Step en iskorišćenja preseka.

**Čisto koso savijanje:** Izraz za normalni napon; Neutralna osa; Dijagram normalnih napona.

**Ekscentrično naprezanje:** Izraz za normalni napon; Neutralna osa; Promena položaja neutralne ose pri promeni položaja napadne tačke sile; Specijalni slučaj: napadna tačka sile se nalazi na jednoj od glavnih centralnih osa inercije; Definicija jezgra preseka; Jezgro simetričnog preseka; Jezgro pravougaonog i kružnog preseka.

## 7. TORZIJA GREDE

Navesti osnovne pretpostavke elementarne teorije torzije kružnog poprečnog preseka: Deformacija; Izvesti izraz za napon smicanja; Otporni moment preseka pri torziji; Ugao torzije; Ugao obrtanja; Mohr-ov krug napona i trajektorije napona. Torzija grede pravougaonog preseka: Raspored napona smicanja i izrazi za napone u karakterističnim tačkama preseka.

## 8. SAVIJANJE GREDE SILAMA

Osnovne pretpostavke tehničke teorije savijanja grede silama (hipoteza Žuravskog); Izvesti izraz za napon smicanja; Dijagram napona smicanja kod kružnog i pravougaonog poprečnog preseka; Grafičko prikazivanje stanja napona kod grede savijene silama; Diferencijalna jednačina elastične linije grede savijene silama. Mohr-Maxwell-ova analogija; Pojam fiktivnog nosača; Greda stepenasto promenljivog preseka.

## 9. KOMBINOVANO (SLOŽENO) NAPREZANJE GREDE

Dijagrami napona za zadate preseke i razne slučajeve kombinovanog naprezanja.

## 10. DIMENZIONISANJE PRI STATIČKOM OPTEREĆENJU

Dimenzionisanje pri jednoosnom stanju napona; Dozvoljen napon; Koeficijent sigurnosti; Dimenzionisanje pri troosnom stanju napona; Uporedni (ekvivalentni) napon; Hipoteze o lomu; Dimenzionisanje pri dvoosnom stanju napona; Uporedni (ekvivalentni) napon.

## 11. SAVIJANJE GREDE OPTEREĆENE AKSIJALNOM SILOM. STABILNOST RAVNOTEŽE GREDE

Diferencijalna jednačina elastične linije prema teoriji drugog reda; Kriterijumi stabilnosti; Izvijanje grede u elastičnoj oblasti: Euler-ovi slučajevi izvijanja; Izvesti izraz za kritičnu silu izvijanja i oblik izvijanja za štap koji je zglavkasto oslonjen na oba kraja; Euler-ova kritična sila izvijanja za gredu sa proizvoljnim uslovima oslanjanja na krajevima; Slobodna dužina izvijanja; Kritični napon; Vitkost grede; Izvijanje štapa u plastičnoj oblasti; Nacrtati dijagram zavisnosti kritičnog napona i vitkosti; Dimenzionisanje.

## 12. ELASTO-PLASTIČNA ANALIZA GREDE

Elasto-plastična analiza aksijalno napregnute grede; Čisto pravo elasto-plastično savijanje grede; Prag tečenja; Granični moment; Rezidualni naponi; Objasniti mehanizam formiranja plastičnog zgloba na primeru proste grede opterećene koncentrisanom silom na sredini; Određivanje graničnog opterećenja kod statički određenih nosača; Primena principa virtualnih pomeranja.