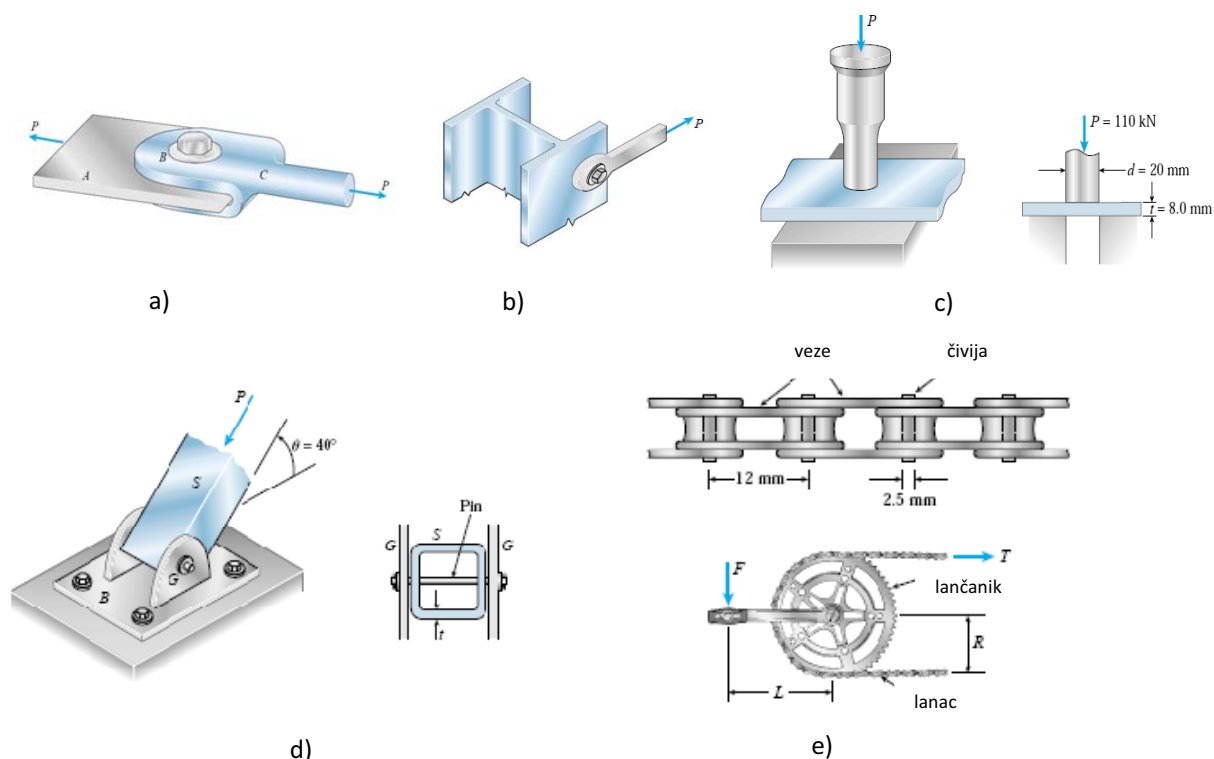


Napomene:

- Pitanja služe kao priprema za izradu testova iz Otpornosti Materijala I, koji se polažu parcijalno i integralno.
- Testovi su koncipirani kao 'brzi testovi', u kojima je neophodno dati kratke odgovore, bez detaljnih proračuna.
- Ocjena na testovima ulazi u konačnu ocjenu sa 20% učešća, s tim da su uslov za izlazak na pismeni ispit, s ukupnim minimalnim rezultatom testa od 51% (kao zbir rezultata parcijalnih testova, ili rezultat integralnog testa).
- U svim pitanjima materijal se smatra homogen, izotropan, linearan, elastičan, izložen malim deformacijama, ukoliko se ne naglasi suprotno!

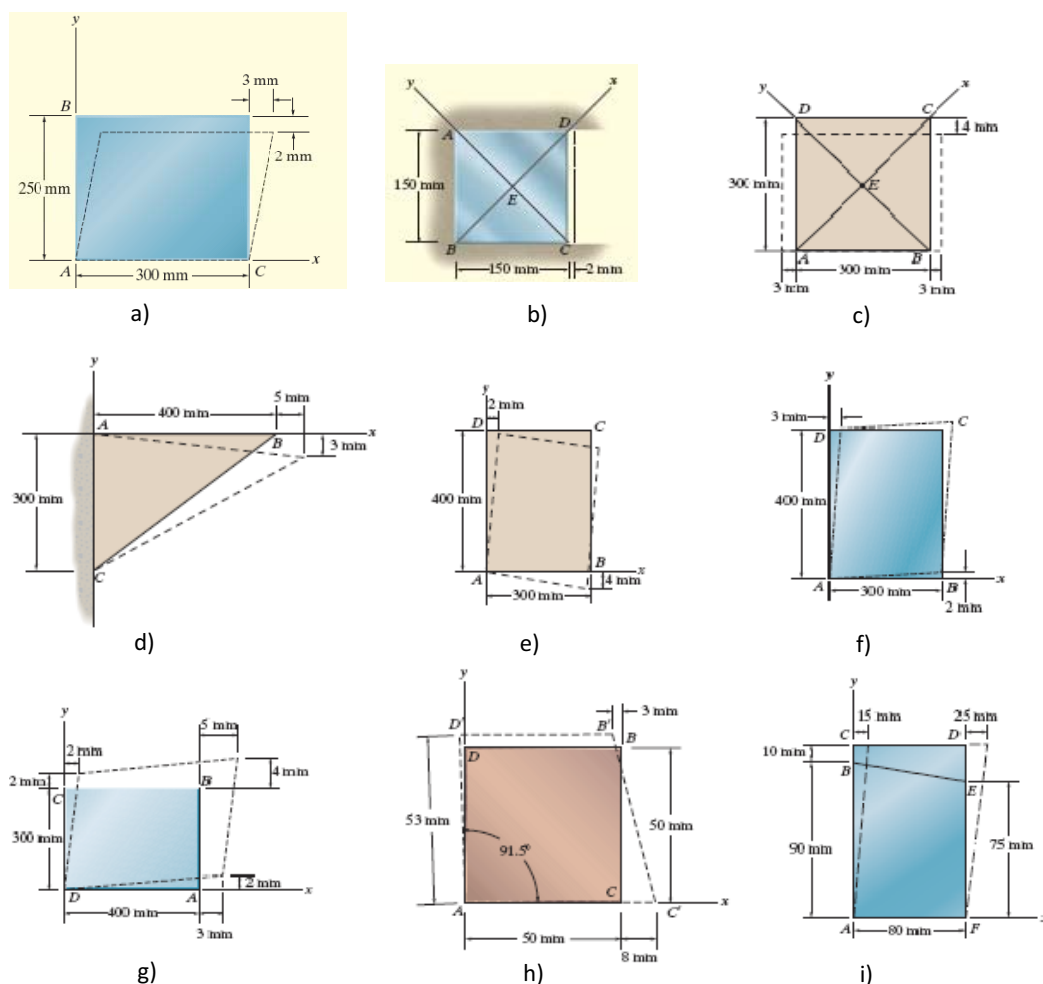
## Naponi, deformacije, osobine materijala

1. Nabroj vrste opterećenja koja se javljaju u tijelu opterećenom spoljašnjim silama! Koje sile/momenti izazivaju pojedina opterećenja?
2. Šta predstavlja/dovodi u vezu *Hookov* zakon?
3. Šta predstavlja/dovodi u vezu *Poisson*-ov koeficijent?
4. Koji naponi djeluju na pojedine elemente na slici 1?



Slika 1

5. Posmatraj deformaciju pojedinih površi datih na slici 2 i daj izraze za tražene prosječne uzdužne i tangencijalne deformacije:
  - a) Uzdužna deformacija duži  $AB$ ,  $AC$ ? Tangencijalna deformacija oko tačke  $A$  u odnosu na  $x$  osu,  $y$  osu, ukupna?
  - b) Uzdužna deformacija duži  $AB$ ,  $AD$ ? Tangencijalna deformacija tačke  $A$  u odnosu na  $x$  osu,  $y$  osu, ukupna? Tangencijalna deformacija oko tačke  $E$ ?
  - c) Uzdužna deformacija duži  $AB$ ,  $AD$ ? Tangencijalna oko tačke  $E$ ?
  - d) Uzdužna deformacija duži  $AB$ ,  $AC$ ? Tangencijalna deformacija oko tačke  $A$  u odnosu na  $x$  osu,  $y$  osu, ukupna?
  - e) Uzdužna deformacija duži  $AB$ ,  $AD$ ? Tangencijalna deformacija oko tačke  $A$  u odnosu na  $x$  osu,  $y$  osu, ukupna?
  - f) Uzdužna deformacija duži  $AB$ ,  $AD$ ? Tangencijalna deformacija oko tačke  $A$  u odnosu na  $x$  osu,  $y$  osu, ukupna?
  - g) Uzdužna deformacija duži  $DA$ ,  $DC$ ? Tangencijalna deformacija oko tačke  $D$  u odnosu na  $x$  osu,  $y$  osu, ukupna?
  - h) Uzdužna deformacija duži  $AD$ ,  $AC$ ? Tangencijalna deformacija oko tački  $A$  i  $C$  u odnosu na  $x$  osu,  $y$  osu, ukupna?



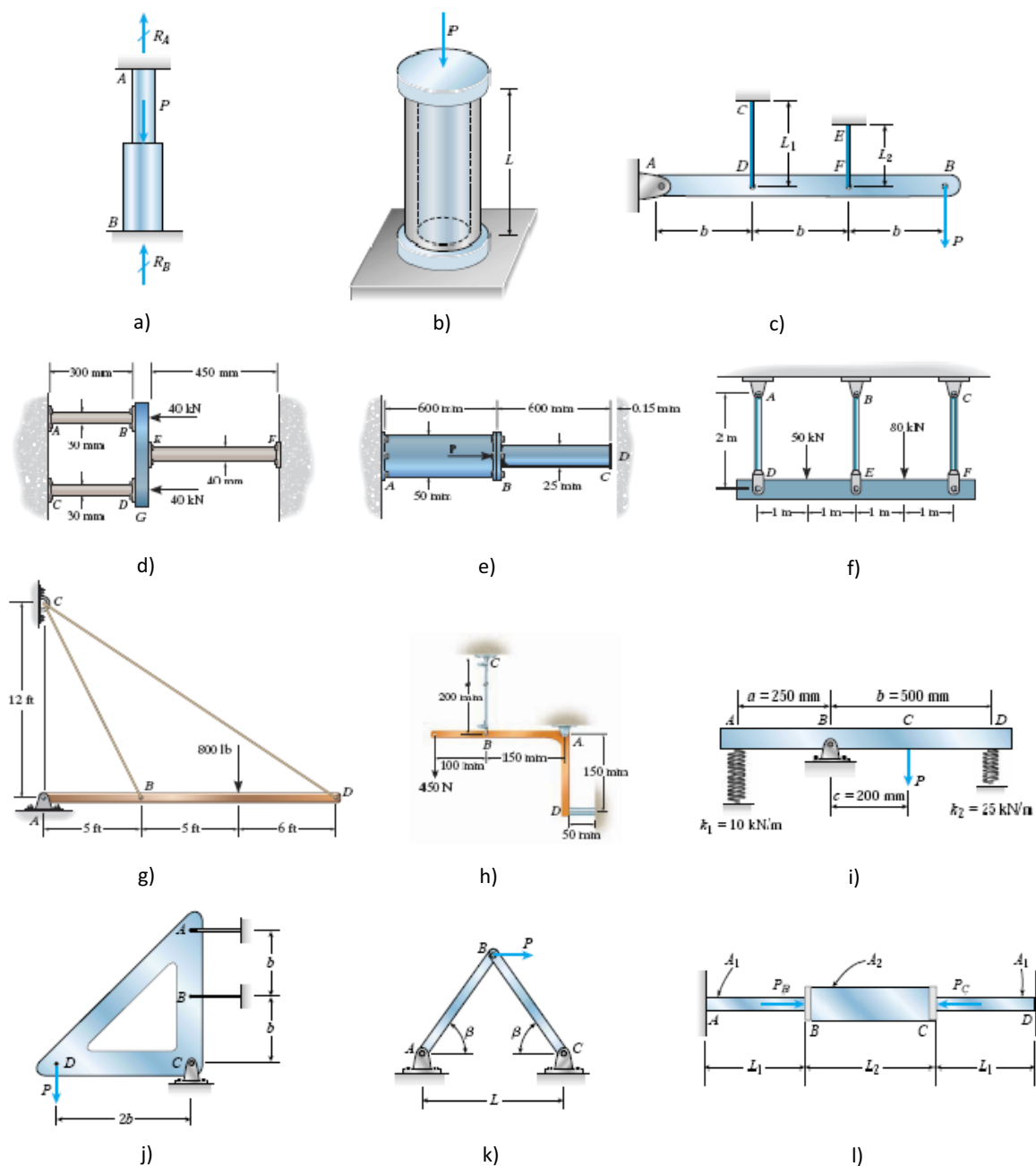
Slika 2

- i) Uzdužna deformacija duži  $AF$ ,  $AC$ ? Tangencijalna deformacija oko tački  $A$  i  $F$  u odnosu na  $x$  osu,  $y$  osu, ukupna?
6. Na sljedeća pitanja odgovori s tačno ili netačno!
- Aksijalno opterećenje izaziva normalna komponenta sile koja djeluje na neku ravninu?
  - Smicanje izaziva tangencijalna komponenta sile koje djeluje na neku površinu?
  - Uvijanje izaziva normalna komponenta vektora momenta uvijanja koji djeluje na neku površinu?
  - Savijanje izaziva tangencijalna komponenta vektora momenta uvijanja koji djeluje na neku površinu?
  - Proračun problema savijanja se radi prema kriterijumu čvrstoće konstrukcije?
  - Proračun problema uvijanja se radi prema kriterijumu krutosti konstrukcije?
  - Proračun problema smicanja se radi prema kriterijumu stabilnosti konstrukcije?
  - Kriterij krutosti konstrukcije se zasniva na korištenju granice tečenja materijala?
  - Kriterij čvrstoće konstrukcije ovisi o otpornosti konstrukcije prema deformisanju?
  - Normalni naponi teže promjeni zapremine tijela na kojeg djeluju?
  - Tangencijalni naponi teže da promijene oblik tijela na koji djeluju, ne mijenjajući pri tome njegovu zapreminu?
  - Noseći naponi su tangencijalni naponi?
  - Ukoliko je *Poisson*-ov koeficijent jednak nuli materijal ne mijenja poprečni presjek pri aksijalnom opterećenju?
  - Poisson*-ov koeficijent može imati negativnu vrijednosti?

- o) Dozvoljeni napon neke konstrukcije ovisi o stepenu sigurnosti?
- p) Dozvoljeni napon neke konstrukcije izrađene od krtog materijala ovisi o granici tečenja?
- q) Dozvoljeni napon neke konstrukcije izrađene od duktilnog materijala ovisi o granici tečenja?
- r) Stepenu sigurnosti neke konstrukcije odgovara najmanjem od stepena sigurnosti pojedinačnih elemenata po svim kriterijumima?
- s) Nosivost konstrukcije jednaka je najmanjoj od vrijednosti dobivenih proračunom pojedinačnih elemenata po svim kriterijumima?
- t) Materijali se općenito ponašaju podjednako na pritisak i zatezanje?
- u) Krti materijali uglavnom podnose velike deformacije kada su izloženi zateznim naponima?
- v) Materijali s većim modulom elastičnosti mogu podnijeti manje deformacije?
- w) Materijali s većim modulom elastičnosti mogu podnijeti manje deformacije pod istim naponom?

**Aksijalna naprezanja**

1. Nabroj korake u rješavanju statički neodređenih aksijalno opterećenih elemenata!
2. Koliki je maksimalni tangencijalni napon pri aksijalnom naprezanju? U kojoj ravnini?
3. Postavi kinematske uslove, tj. uslove kompatibilnosti, za aksijalno opterećene elemente date na slici 3, ukoliko se radi o statički neodređenim konstrukcijama. U suprotnom, naglasi da su problemi statički određeni.

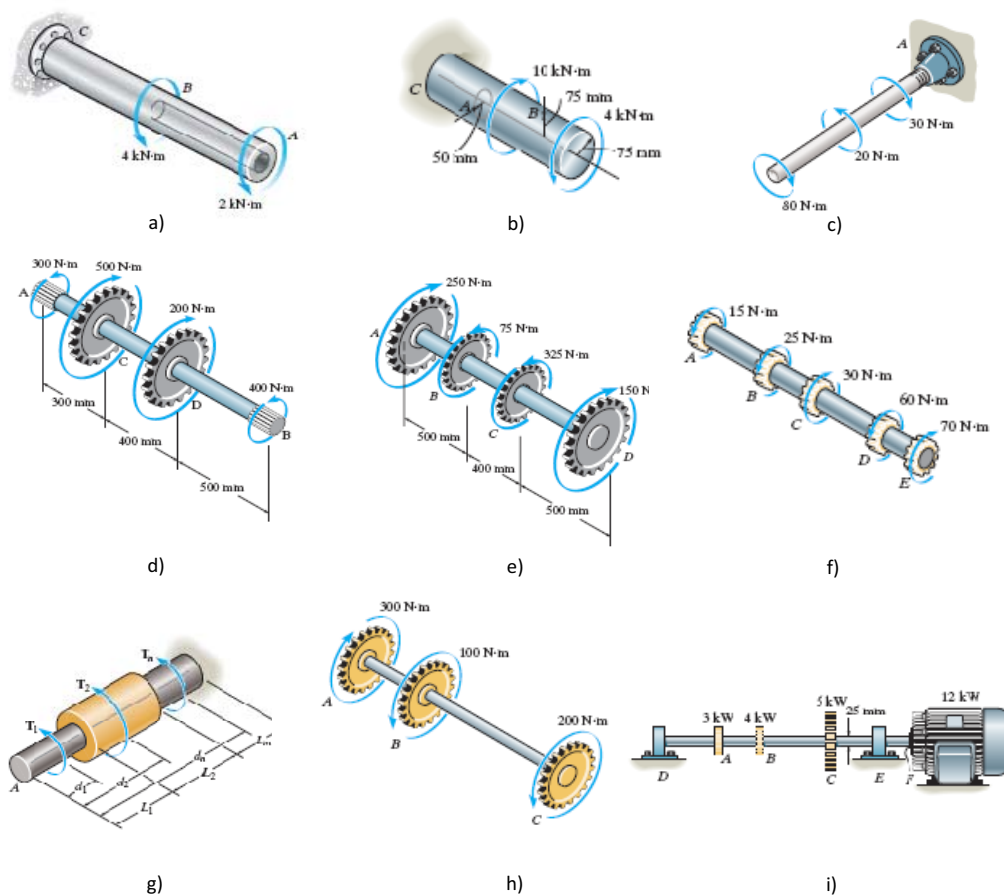


Slika 3

4. Za elemente na slikama 3a,b,d,e,l nacrtaj dijagrame aksijalnih sila!
5. Za konstrukcije na slikama 3c,f,g,h,i,j,k skiciraj pomjeranja pojedinih tačaka!
6. Na sljedeća pitanja odgovori s tačno ili netačno!
  - a) Dva elementa istog poprečnog presjeka, istih dužina, izložena su aksijalnoj sili  $F$ . Ukoliko prvi element ima dva puta veći modul elastičnosti od drugog, njegovo izduženje je dva puta veće?
  - b) Dva elementa izrađena od istog materijala i istih poprečnih presjeka imaju izduženje koji ovisi samo o njihovim dužinama?
  - c) Dva elementa istog modula elastičnosti i dimenzija, izložena istoj promjeni temperature, imaju uvijek iste termičke napone?
  - d) Dva elementa istog koeficijenta termalnog širenja i dimenzija, izložena istoj promjeni temperature, imaju uvijek iste termičke napone?
  - e) Dva elementa istog koeficijenta termalnog širenja i dimenzija, izložena istoj promjeni temperature, imaju uvijek iste termičke deformacije?
  - f) Ukupna deformacija nekog aksijalnog elementa jednaka je zbiru deformacije usljed sila i deformacije usljed promjene temperature?
  - g) U aksijalno opterećenom štapu postoji ravan u kojoj su normalni i tangencijalni naponi jednaki?
  - h) Zavisno od ugla ravni spajanja, aksijalno opterećeni element može otkazati u spoju i usljed normalnih i usljed tangencijalnih napona?

Uvijanje

1. Dati dijagrame momenata uvijanja za slučajeve na slici 4!



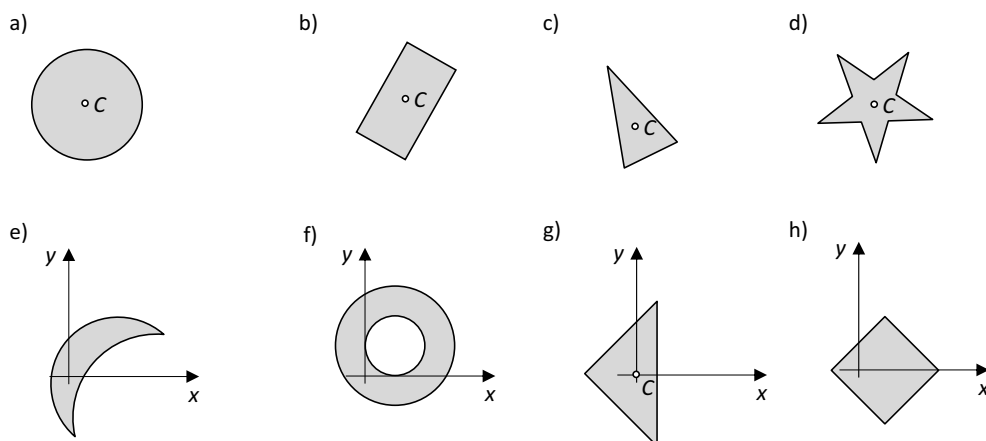
Slika 4

2. Na sljedeća pitanja odgovori s tačno ili netačno!

- Najveći tangencijalni naponi usljed uvijanja štapa kružnog poprečnog presjeka su na površini?
- Najmanje tangencijalne deformacije usljed uvijanja štapa kružnog prstenastog poprečnog presjeka su na vanjskoj površini?
- Tangencijalni napon usljed uvijanja štapa kružnog poprečnog presjeka obrnuto proporcionalan udaljenosti od ose uvijanja?
- Deformacije usljed uvijanja ovise od modula elastičnosti materijala?
- Naponi usljed uvijanja ovise od modula elastičnosti materijala?
- Cilindrični štap dvostruko većeg prečnika ima dvostruko manje maksimalne napone usljed uvijanja?
- Snaga elektromotora direktno je proporcionalna momentu uvijanja koji proizvodi?
- Snaga elektromotora direktno je proporcionalna naponu usljed uvijanja koji proizvodi?

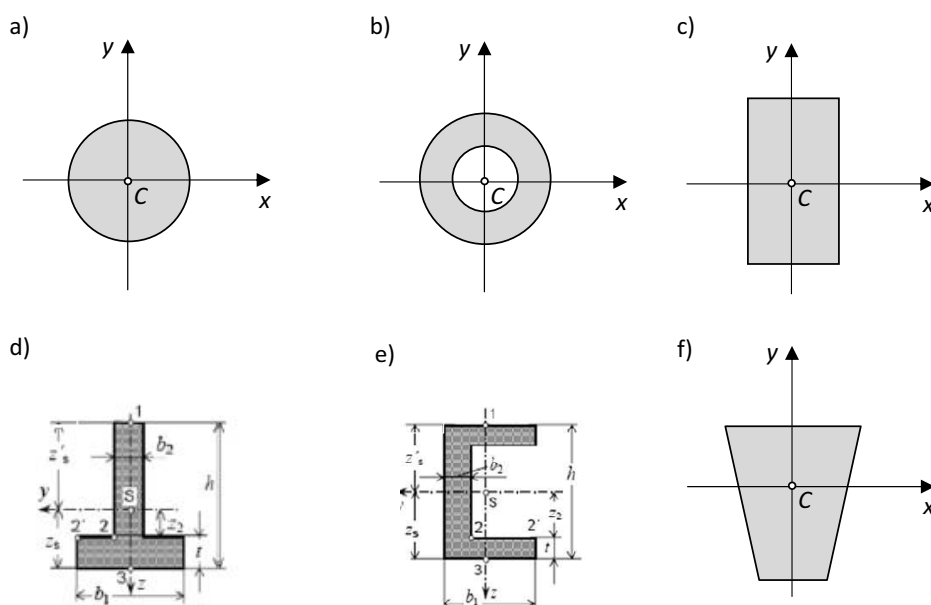
Savijanje

1. U kojoj vezi su polarni moment inercije u odnosu na tačku  $O$  i aksijalni momenti inercije u odnosu na ose  $x$  i  $y$ ?
2. Šta je neutralna osa kod gređa izloženih na savijanje?
3. Tangencijalni napon u gredi dat je izrazom  $\tau = VQ/Ib$ . Šta je  $V$ ,  $Q$ ,  $I$  i  $b$ ?
4. Za slučajeve date na slici 5a-d daj pravce glavnih osa inercije, ako tačka  $C$  predstavlja težište površi, a za slike 5e-h utvrdi znak centrifugalnog momenta inercije  $I_{xy}$  u odnosu na ose date na slikama.



Slika 5

5. Ako je greda izložena momentu savijanja  $M$  oko ose  $x$ , koji izaziva najveći normalni napon  $\sigma_M$ , skicirati raspored normalnih napona uzduž  $y$ -ose za poprečne presjeke na slici 6.



Slika 6

6. Ako u poprečnom presjeku gređe djeluje transferzalna sila  $F$ , koja izaziva najveći tangencijalni napon  $\tau_F$ , skicirati raspored tangencijalnih napona za poprečne presjeke na slici 7.

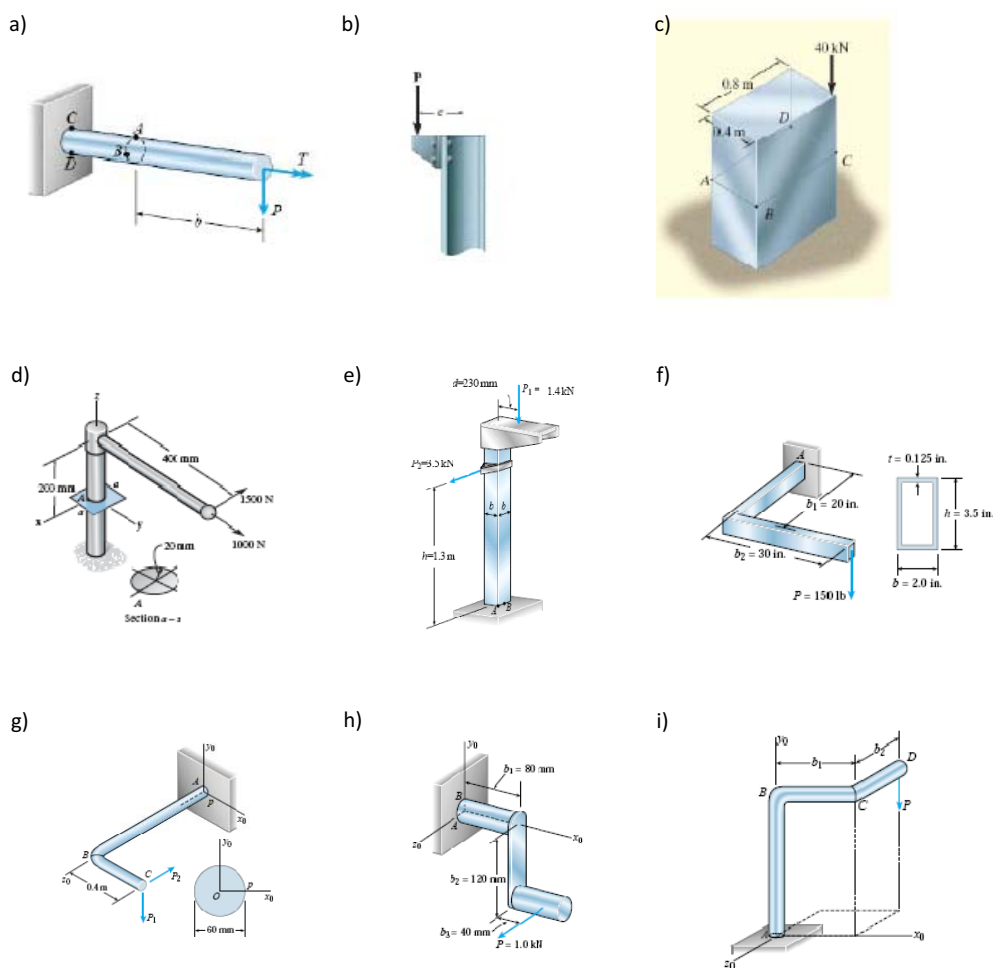




**Složena naprezanja**

1. Za probleme date na slici 9 identificiraj normalne i tangencijalne napone u pojedinim tačkama. Uzeti da je maksimalni normalni napon usljed momenta savijanja  $M$  označen sa  $\sigma_M$ , tangencijalni napon usljed sile  $F$  označen sa  $\tau_F$ , a tangencijalni napon usljed momenta uvijanja  $T$  označen sa  $\tau_T$ .

Također, ukoliko je moment savijanja uzrokovan ekscentričnom silom, odgovarajući maksimalni normalni napon označi sa  $\sigma_{MF}$ . Ukoliko je moment uvijanja uzrokovan ekscentričnom silom, odgovarajući maksimalni tangencijalni napon označi sa  $\tau_{TF}$ . U slučaju više ekscentričnih sila, momenata savijanja i uvijanja, koristi indekse 1, 2, ...



Slika 9

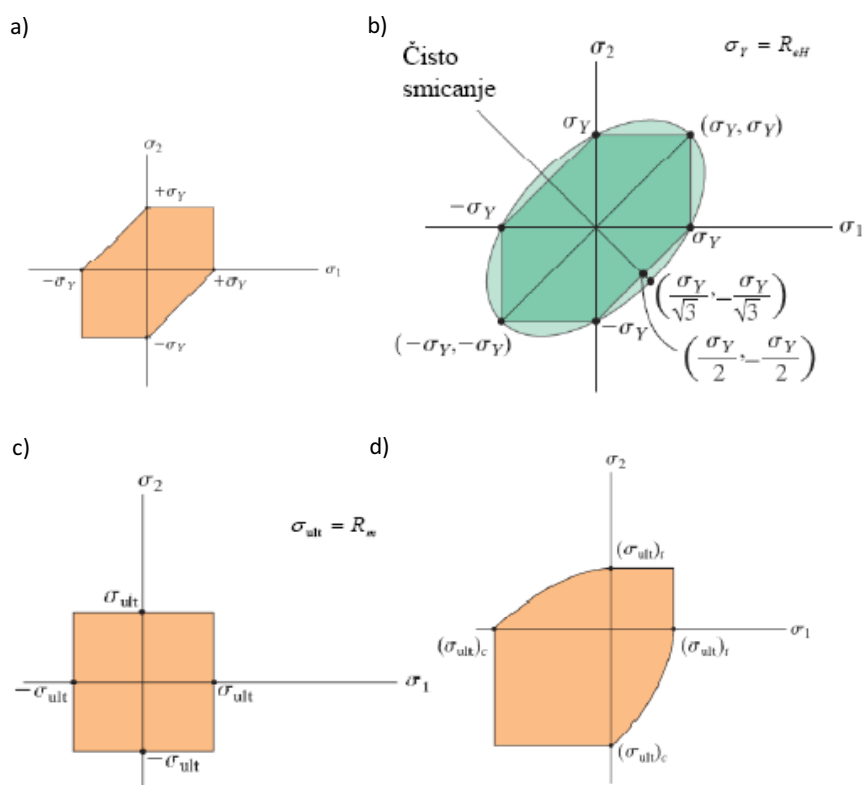
**Ravno stanje napona i primjena**

- Šta predstavlja *Mohr*-ov krug napona?
- Skicirati *Mohr*-ov krug napona za (i) aksijalno naprezanje, (ii) dvoosno naprezanje bez djelovanja tangencijalnih napona, (iii) čisto smicanje, (iv) uvijanje! Za pojedine slučajeve dati element napona!
- Skicirati *Mohr*-ov krug napona za sljedeće slučajeve, te nacrtati element napona:
  - $\sigma_x=30$  MPa,  $\sigma_y=60$ MPa,  $\tau=30$  MPa
  - $\sigma_x=-30$  MPa,  $\sigma_y=60$ MPa,  $\tau=30$  MPa
  - $\sigma_x=30$  MPa,  $\sigma_y=-60$ MPa,  $\tau=30$  MPa
  - $\sigma_x=-30$  MPa,  $\sigma_y=-60$ MPa,  $\tau=30$  MPa
  - $\sigma_x=30$  MPa,  $\sigma_y=-60$ MPa,  $\tau=-30$  MPa

4. Na sljedeća pitanja odgovori s tačno ili netačno!
- a) Ravno naponsko stanje elementa jedinstveno je određeno s dvije komponente normalnog napona i jednom komponentom tangencijalnog napona?
  - b) Zbir normalnih napona nekog elementa u svakoj ravni je konstantan?
  - c) Moguće je naći ravan u kojoj su tangencijalni naponi nekog elementa jednaki nuli?
  - d) Ravni maksimalnih normalnih i maksimalnih tangencijalnih napona zaklapaju ugao od  $90^\circ$ ?
  - e) U ravni najvećih tangencijalnih napona djeluju normalni naponi istog intenziteta?
  - f) Poprečne deformacije utječu na vrijednosti napona u uzdužnom pravcu?
  - g) Ukoliko je *Poisson*-ov koeficijent jednak 0.5 materijal izložen opterećenju ne mijenja zapreminu?
  - h) U tijelu izloženom aksijalnom zatezanju postoji ravan u kojoj vlada čisto smicanje?
  - i) Usljed uvijanja javljaju se i uzdužni naponi koji su imaju isti intenzitet kao i tangencijalni naponi?
  - j) Materijal opterećen na uvijanje može otkazati uzdužno?
  - k) Materijal opterećen na uvijanje uvijek otkazuje pod utjecajem tangencijalnih napona?
  - l) Naponsko stanje pri uvijanju odgovara naponskom stanju pri čistom smicanju?

## Hipoteze o razaranju

1. Koje se teorije o razaranju najčešće koriste za duktilne materijale?
2. Koje se teorije o razaranju najčešće koriste za krte materijale?
3. Koju hipotezu o razaranju predstavljaju  $\sigma_1 - \sigma_2$  dijagrami na slici 10?



Slika 10

4. Skiciraj dijagram  $\sigma_1 - \sigma_2$  za duktilan materijal, ako se zna da je granica tečenja materijala  $R_{eH}$ ?
5. Skiciraj dijagram  $\sigma_1 - \sigma_2$  za krte materijal, ako se zna da materijal ima jednaku čvrstoću na zatezanje i pritisak  $R_m$ ?
6. Skiciraj dijagram  $\sigma_1 - \sigma_2$  za krte materijal, ako se zna da materijal ima nejednaku čvrstoću na zatezanje,  $R_{mz}$  i pritisak  $R_{mp}$ ?
7. Na sljedeća pitanja odgovori s tačno ili netačno!
  - a) Svi materijali otkazuju pod dejstvom normalnih napona?
  - b) Duktilni materijali otkazuju pod dejstvom normalnih napona?
  - c) Krte materijali uglavnom otkazuju pod dejstvom normalnih napona?
  - d) Za izračunavanje naponskog stanja krutih materijala izloženih složenim opterećenjima neophodno je izračunati i tangencijalne napone?
  - e) Pri izračunavanju ekvivalentnog napona za *von Mises* kriterij, neophodna je i vrijednost tangencijalnog napona?
  - f) Hipoteza najvećih tangencijalnih napona se koristi za krte materijale?
  - g) Hipoteza najvećih normalnih napona koristi se za krte materijale?
  - h) Za proračun polimernih materijala, kao što je PVC, uvijek se koriste hipoteze za duktilne materijale?
  - i) Za proračun čeličnih materijala, uvijek se koriste hipoteze za duktilne materijale?
  - j) Za proračun materijala od sivog liva (krte materijal), može se koristiti *von Mises* hipoteza?