

1.5 MEHANIKA NEPREKIDNIH SREDINA

1.5.1 Deformacije elastičnih tela

U ovoj glavi ćemo razmatrati probleme koji se odnose na neprekidne, ili kontinualne sredine. Pod neprekidnim sredinama podrazumevamo supstancijalne sredine kod kojih se unutrašnja struktura može zanemariti. Govoreći o elementima neprekidne sredine zadržaćemo se na delovima zapremine koji su dovoljno mali da se se može primeniti infinitezimalni račun, dok istovremeno sadrže veliki broj osnovnih strukturnih elemenata, što obezbeđuje neprekidnost sredine.

Kruta tela koja smo proučavali u okviru dinamike predstavljaju idealizovan slučaj. Realna tela se pod delovanjem sile mogu deformisati. Pod deformacijom podrazumevamo promenu dimenzija ili oblika tela. Zato ćemo umesto pojma krutog tela koristiti pojam **čvrstog tela**, da bismo opisali ponašanje realnog tela podložnog deformacijama. Podelu deformacija ćemo izvršiti s obzirom na ponašanje tela po prestanku dejstva sile. Kažemo da su deformacije **elastične**, ako se po prestanku dejstva sile telo vraća u prvobitno stanje. Ako se telo po prestanku dejstva sile ne vraća u prvobitno stanje, deformacije nazivamo **plastičnim**.

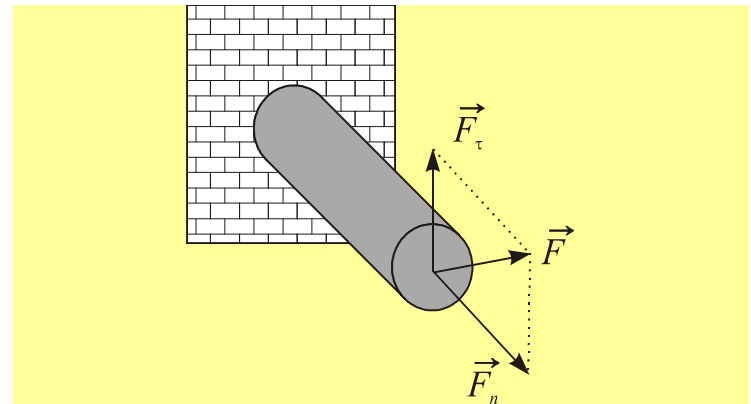
1.5.2 Napon

Dejstvo spoljašnje sile na elastično telo izaziva reakciju njegovih elastičnih sila koje teže da telu vrate oblik koji je telo imalo pre deformacije. Pod delovanjem spoljašnjih i elastičnih sila telo će se naći u ravnotežnom – napregnutom stanju. Ovo stanje opisuje se fizičkom veličinom koja se naziva **napon**.

Posmatrajmo element dS poprečnog preseka elastičnog tela na koji pod nekim uglom deluje sila $\vec{F}$, vidi Sl. . Svaku silu $\vec{F}$ koja deluje na uočenu površinu možemo razložiti na dve komponente: normalnu $\vec{F}_n$ i tangencijalnu $\vec{F}_\tau$, (u odnosu na površinu).

U slučaju kada u svim tačkama poprečnog preseka deluje ista sila, u pravcu normale na poprečni presek, i kada je tangencijalna sila jednaka nuli, normalni napon dat je sa

$$\sigma = \frac{F}{S}$$



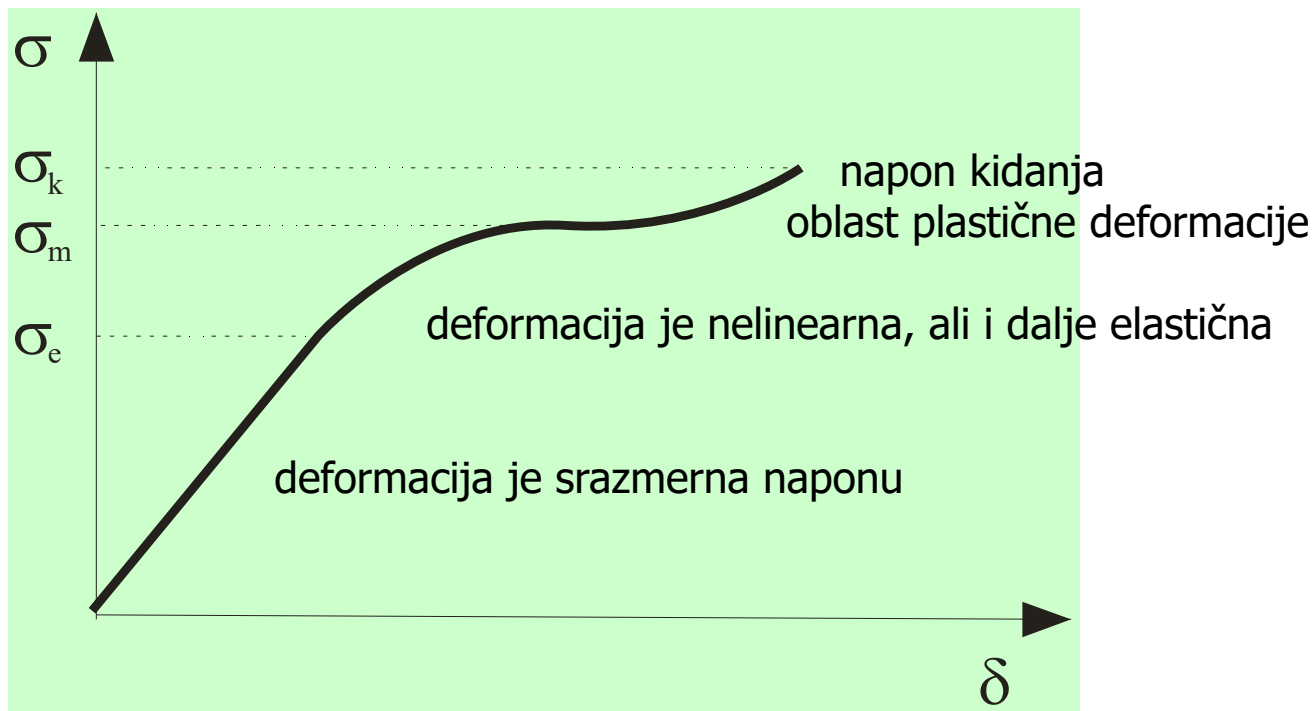
Sl. 21. Ilustracija normalnog i tangencijalnog napona

Jedinica za napon u SI sistemu je $[\sigma] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Normalni napon izražava se u paskalima (Pa).

relativna deformacija $\delta = \pm \frac{\Delta V}{V}$

➤ dijagram napona



1.5.3 Hukov zakon

- U području linearne deformacije tela, napon je proporcionalan relativnoj deformaciji (**Hukov zakon**).

$$\sigma = E_y \delta$$

gde je E_y predstavljen moduo elastičnosti, veličina kojom se opisuju elastična svojstva različitih tela. Moduo elastičnosti ima dimenzije napona (Pa).

U donjoj tabeli navedene su vrednosti modula elastičnosti, granice elastičnosti i napona kidanja za nekoliko metala.

Materijal	Modul elastičnosti E_y, GPa	Granica elastičnosti σ_e, MPa	Napon kidanja σ_k, MPa
aluminijum	70	140	140
bakar	120	160	410
čelik	210	240	480
mesing	100	350	

Slučaj kada je dominantna deformacija duž jednog pravca:

$$\delta = \frac{\Delta l}{l}$$

$$\sigma = \frac{F}{S}$$


$$F = \frac{E_y S}{l} \Delta l$$

$$k = \frac{E_y S}{l}$$

koeficijent elastičnosti

$$\vec{F}_{el} = -k\vec{x}$$

Koeficijent elastičnosti zavisi kako od elastičnih tako i od geometrijskih karakteristika tela.

1.6 MEHANIKA FLUIDA

1.6.1 Osnovni pojmovi mehanike fluida

Reč **fluidi** koristi se kao zajednički naziv za tečnosti i gasove. Mada su po nekim svojstvima tečnosti i gasovi veoma različita stanja supstancije (gustina, toplotni kapacitet i dr.), postoje zajedničke osobine koje omogućuju da se, u nekim situacijama, tečnosti i gasovi posmatraju kao slično stanje supstancije. Za razliku od čvrstih tela, fluidi nemaju stalan oblik, već uzimaju oblik suda u kojem se nalaze. Tačnije govoreći, za promenu oblika fluida potrebno je dejstvo izuzetno male sile, za razliku od čvrstih tela koja se znatnom silom opiru promeni oblika.

Mehanika fluida predstavlja oblast mehanike u kojoj se proučavaju zakoni ravnoteže i kretanja tečnosti i gasova. Fluide posmatramo kao supstancijalne sredine u kojima zanemarujemo unutrašnju strukturu. U okviru modela, fluide zamišljamo kao kontinualnu sredinu, što znači da je supstancija neprekidno raspoređena u prostoru. Delići fluida su makroskopski mali delovi supstancijalne sredine, ali još uvek dovoljno veliki da u sebi sadrže ogroman broj osnovnih strukturnih elemenata kao što su atomi ili joni. Takvom podelom fluida na deliće koji su sa makroskopskog stanovišta mali, a sa mikroskopskog stanovišta veliki, omogućeno je posmatranje fluida kao neprekidne sredine.

Fluide kod kojih gustina ne zavisi od pritiska nazivamo nestišljivim, a fluide kod kojih zapremina zavisi od pritiska nazivamo stišljivim.

1.6.2 Statika fluida

U okviru statike fluida proučavaju se uslovi i zakonitosti pod kojima se fluidi nalaze u stanju ravnoteže.

Paskalov zakon: Ograničićemo se na trenutak na posmatranje tečnosti kod koje se masa može zanemariti. U malo drugačijoj formulaciji, kažemo da su "masene" sile jednake nuli. Ako je fluid u ravnoteži, zaključujemo da je suma svih sila koje deluju na proizvoljni element fluida jednaka nuli. Ovo je moguće jedino ako ne postoji razlika pritisaka sa različitih strana posmatranog delića fluida.

- Ako se masene sile u fluidu mogu zanemariti, u stanju mehaničke ravnoteže pritisak u celom fluidu je konstantan (Paskalov zakon).

Paskalov zakon našao je široku primenu u tehnici, pre svega u različitim hidrauličnim sistemima, kao što su hidraulične prese ili hidraulične dizalice. Iz jednakosti pritisaka u različitim tačkama hidrauličnog sistema dobija se sledeća relacija koja povezuje sile i površine na koje sile deluju:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

Na osnovu gornje relacije zaključujemo da je delovanjem male sile na malu površinu moguće izazvati pomeranje velike površine na koju deluje velika sila.

Arhimedov zakon: Posmatraćemo fluid koji se nalazi u stanju mehaničke ravnoteže. Izdvojićemo, u mislima, deo fluida proizvoljne zapremine ograničene površinom . Ako je posmatrani fluid u stanju ravnoteže, u takvom stanju nalaziće se i izdvojeni deo fluida. Na izdvojeni deo fluida deluju spoljašnje sile, kao što je gravitaciona sila (težina izdvojenog dela fluida), i sila pritiska koja deluje na površinu . Da bi izdvojeni deo fluida bio u stanju ravnoteže neophodno je da rezultanta sila hidrostatičkog pritiska po intenzitetu bude jednaka težini posmatranog dela fluida, i da prolazi kroz centar mase ovog dela fluida, sa smerom naviše. Ako bismo izdvojeni deo fluida zamenili čvrstim telom istog oblika koje se takođe nalazi u stanju ravnoteže neće doći do promena u intenzitetu i pravcu delovanja sila. To nam omogućuje da formulišemo sledeću zakonitost:

- Na svako telo potopljeno u fluid (tečnost ili gas) ako se nalazi u stanju mehaničke ravnoteže deluje sila potiska jednaka težini telom istisnute tečnosti (Arhimedov zakon). Sila potiska usmerena je naviše, a prolazi kroz centar mase telom istisnute tečnosti.

Obeležavajući gustinu fluida u koji je telo potopljeno sa ρ_f , a zapreminu potopljenog tela sa V_t , sila potiska F_p računa se iz izraza

$$F_p = \rho_f V_t g .$$