

OTPORNOST MATERIJALA

Aksijalno naprezanje

AKSIJALNO NAPREZANJE

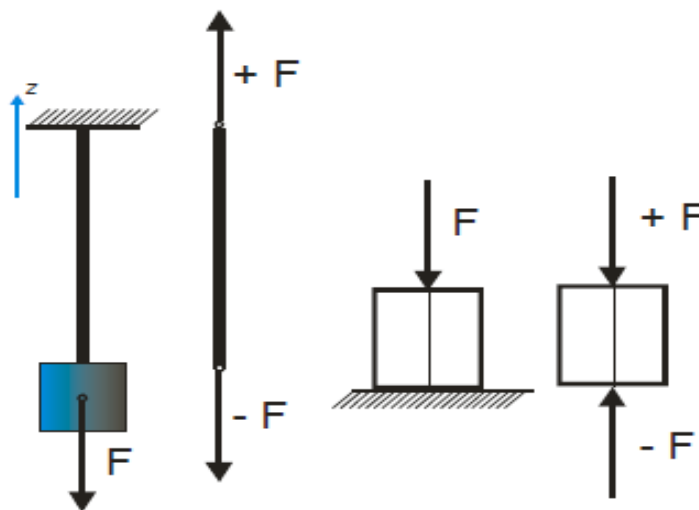
- Aksijalno naprezanje (zatezanje ili pritisak) je takvo naprezanje pri kome se u poprečnim presecima opterećenog dela, najčešće štapa, javljaju samo aksijalne unutrašnje sile (unutrašnje sile su u pravcu osovine ose štapa).

Sve druge unutrašnje sile jednake su nuli (transverzalne sile, momenti savijanja, momenti uvijanja).

AKSIJALNO NAPREZANJE

Aksijalna sila duž ose štapa izaziva zatezanje ili pritisak u štapu.

- Zatezanje
- Pritisak

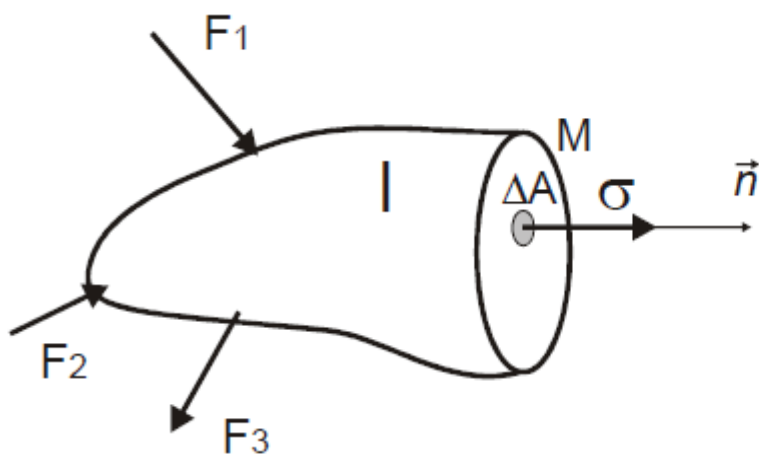


AKSIJALNO NAPREZANJE

Cilindričan štap prikazan na slici zategnut je na krajevima silama F , koje deluju u težištima osnova štapa.

- Unutrašnje sile u štapu će se pojaviti ukoliko se štap preseče na dva dela zamišljenom ravni upravnom na osu štapa.
- Svaki od ovih delova pod uticajem spoljašnje sile i unutrašnjih sila koje se prenose preko presečne površine mora da bude u ravnoteži.
- Prema tome, redukciona rezultanta svih unutrašnjih sila na težište poprečnog preseka mora biti jedna sila u pravcu ose štapa suprotnog smera od spoljašnje Sile koja deluje na taj deo štapa.

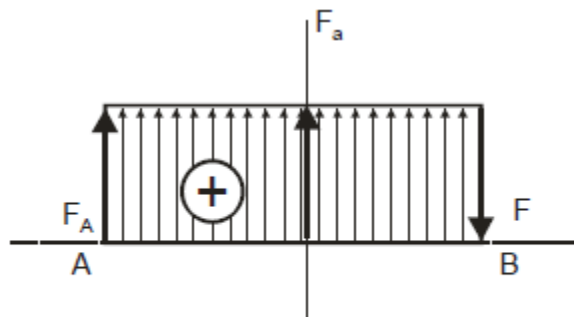
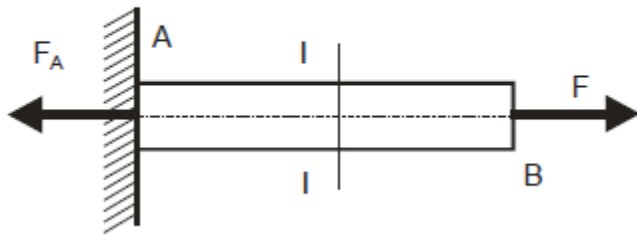
KOD AKSIJALNOG NAPREZANJA POSTOJE SAMO NORMALNI NAPONI



- Normalni napon σ (sigma) - izduženje ili skraćenje
- Nema tangencijalnih napona τ (tau)

UNUTRAŠNJE SILE I NAPONI

- Ravnoteža spoljašnjih i unutrašnjih sila
- Dijagram promene aksijalne sile

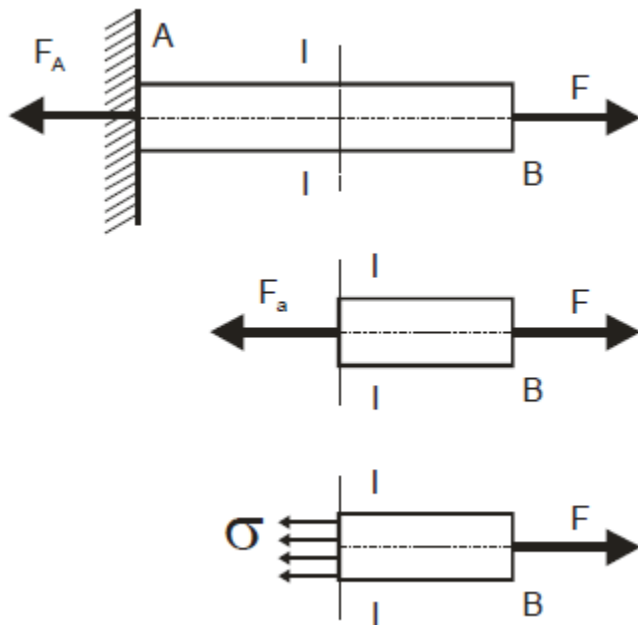


$$\sum F_z = F - F_A = 0$$

$$\sum F_z = F - F_a = 0$$

Zanemaren je uticaj težine štapa,
posmatra se homogeni štاپ konstantnog
poprečnog preseka

UNUTRAŠNJE SILE I NAPONI



- Za proizvoljni zamišljeni normalni presek važe uslovi ravnoteže:

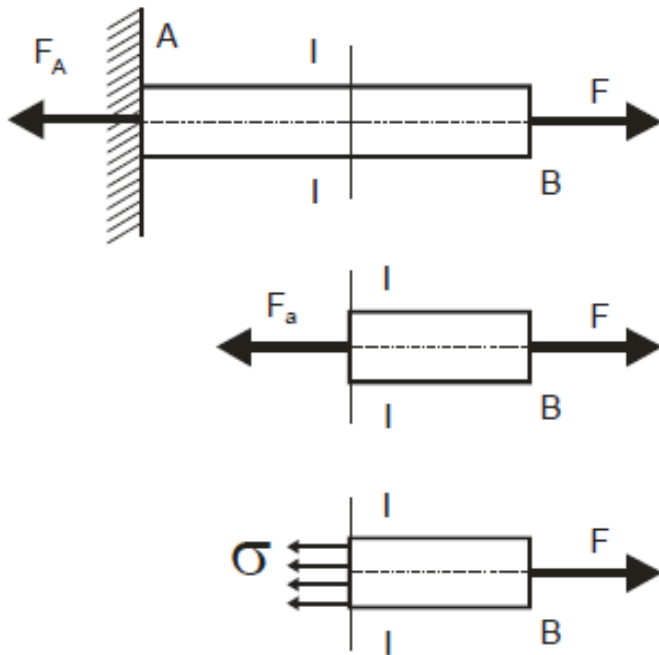
$$\sum F_z = F - F_A = 0$$

$$\sum F_z = F - F_a = 0$$

UNUTRAŠNJE SILE I NAPONI

- ◉ **Bernulijeva pretpostavka o ravnim presecima**
- ◉ Zamišljeni ravni preseki upravni na osu nosača, ostaju i posle deformisanja ravni i upravni na osu nosača.
- ◉ Poprečni presek pri deformisanju štapa ostaje ravan ali se pomera paralelno (translatorno) duž ose štapa.
- ◉ Na osnovu Bernulijeve pretpostavke može se smatrati da je normalni napon u svakoj tački poprečnog preseka konstanta

UNUTRAŠNJE SILE I NAPONI



- Normalni napon konstantan u svakoj tački poprečnog preseka
- Poprečni presek nepromenljiv čitavom dužinom štapa
- Normalan napon dobija se kao odnos sile po površini

$$F_a = \int_A \sigma dA = \sigma \int_A dA = \sigma \cdot A$$

$$\sigma = \frac{F_a}{A}$$

Jedinica **MPa**

Stare jedinice: kp/mm^2

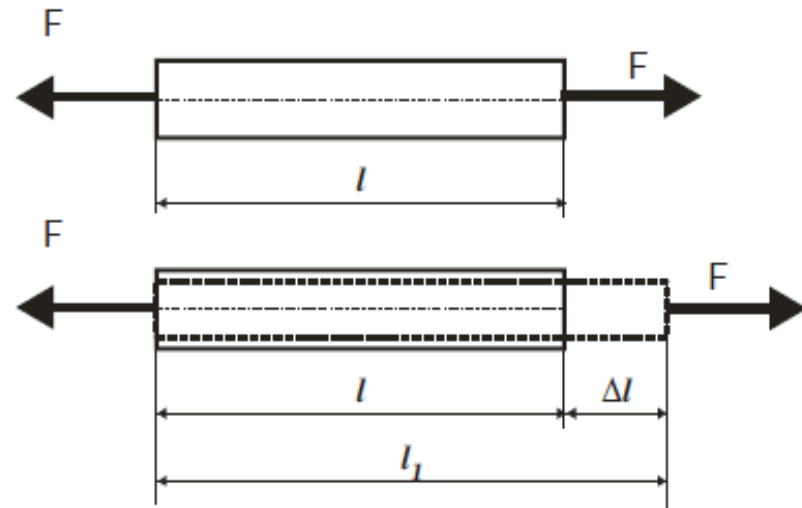
i kg/cm^2

DEFORMACIJE KOD AKSIJALNOG NAPREZANJA

- ◉ Pod uticajem aksijalne sile štap se deformiše - menja svoje dimenzije i podužne i poprečne.
- ◉ Razlika krajnje dimenzije (posle deformisanja) i odgovarajuće prvobitne dimenzije (pre deformisanja) je apsolutna deformacija - izduženje ili skraćenje.
- ◉ Odnos apsolutne deformacije i odgovarajuće prvobitne dimenzije štapa je relativna deformacija ili **dilatacija**.

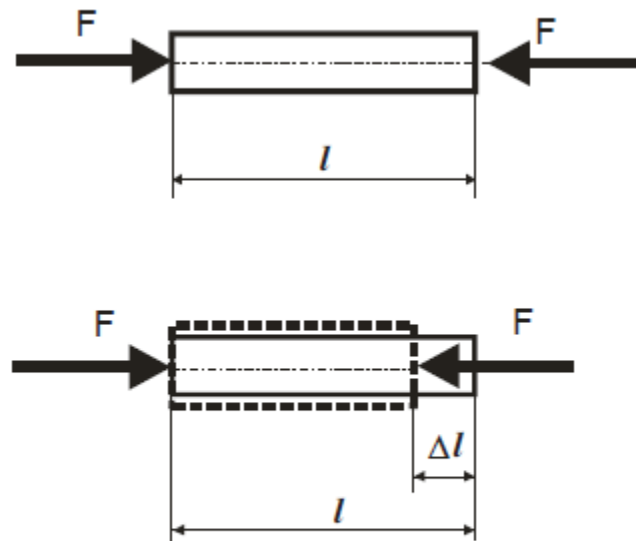
DEFORMACIJE KOD AKSIJALNOG NAPREZANJA

- Čelični štap dužine l deformisaće se pod dejstvom sile zatezanja F
- Dužina će se povećati za Δl
- Ukoliko su veće aksijalne sile utoliko su veća i izduženja



DEFORMACIJE KOD AKSIJALNOG NAPREZANJA

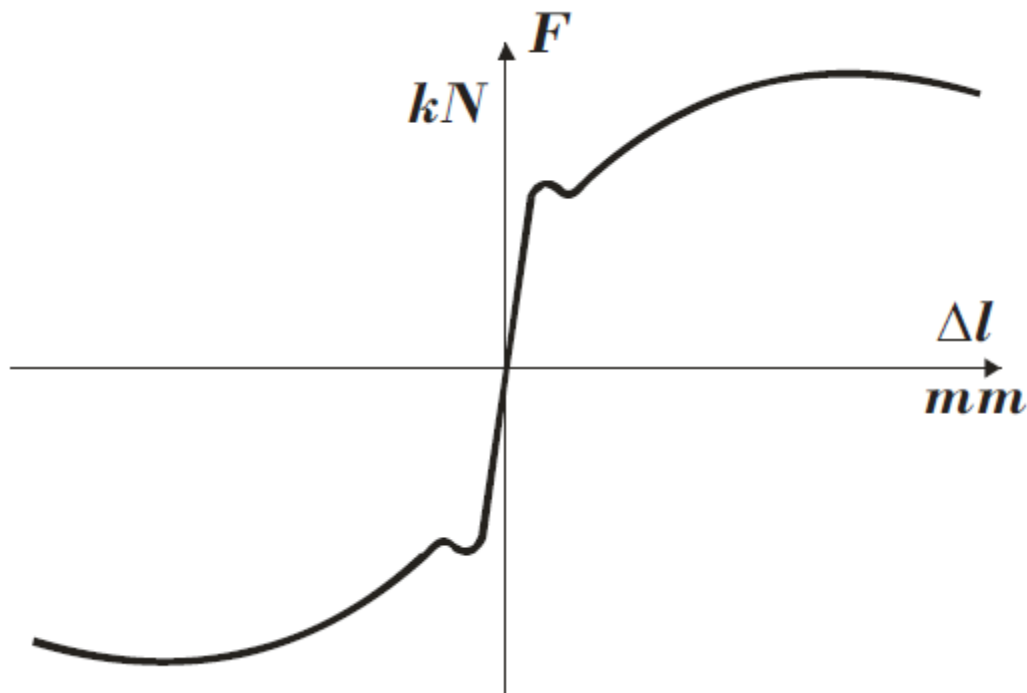
- Čelični štap dužine l deformisaće se pod dejstvom sile pritiskanja F
- Dužina će se smanjiti za Δl
- Ukoliko su veće pritisne aksijalne sile utoliko su veća i skraćjenja



DEFORMACIJE KOD AKSIJALNOG NAPREZANJA

- Deformacija (u oba slučaja) je u promeni dužine štapa
- Deformacija je zavisna od veličine aksijalnih sila te raste ukoliko su sile veće
- Uz odgovarajuću opremu moguće je snimiti zavisnost između spoljašnjeg opterećenja (aksijalnih sila) i odgovarajućih deformacija

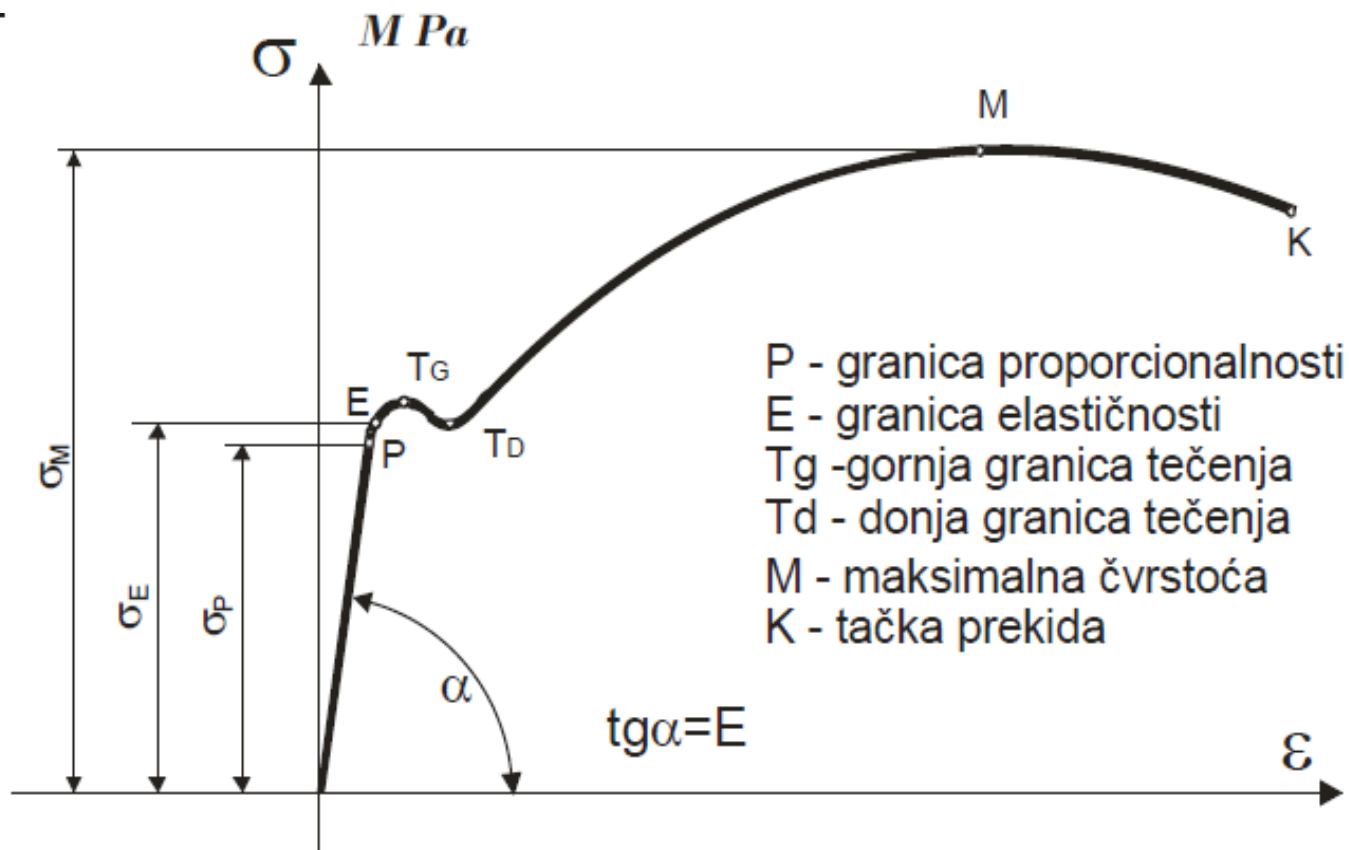
DIJAGRAM SILE I DEFORMACIJA ČELIČNE ŠIPKE



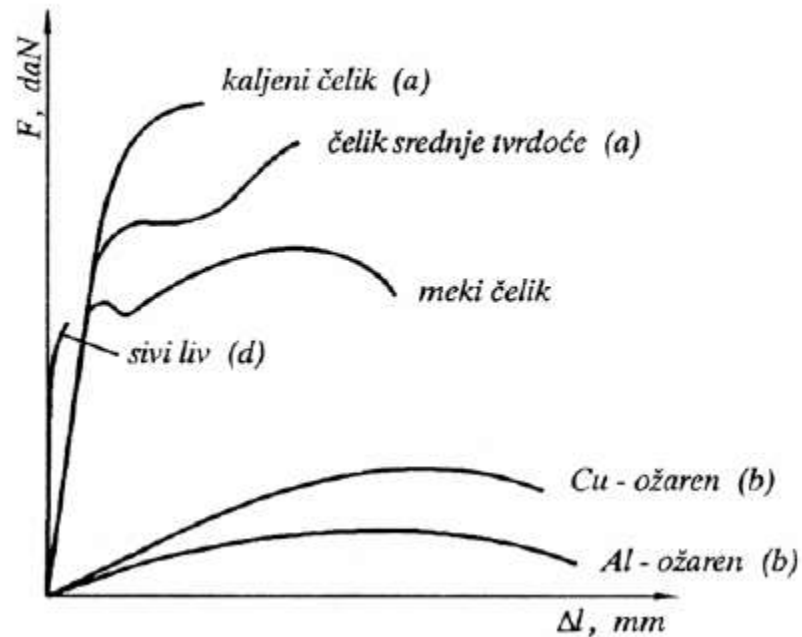
DIJAGRAM NAPONA I DEFORMACIJE

- Dijagram sile i izduženja zavisi od dimenzija šipke
- Za svaku ispitivanu šipku dobio bi se sličan dijagram
- Da bi se otklonile neusaglašenosti i dobile poredive vrednosti izvršena je **standardizacija** metodologije ispitivanja i epruvete koje se koriste

KARAKTERISTIČNE TAČKE NA DIJAGRAMU NAPON DILATACIJA



DIJAGRAMI SILA-IZDUŽENJE ZA RAZLIČITE MATERIJALE



DIJAGRAM SILA-IZDUŽENJE

- Umesto izduženja naneti odnos izduženja i prvobitne dužine

$$\varepsilon = \frac{\Delta l_0}{l_0}$$

- ε – Dilatacija, neimenovan broj

DIJAGRAM NAPONA-DILATACIJA

- Umesto sile naneti odnos sile i površine poprečnog preseka

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

- σ – **Napon** MPa

Prema važećim standardima napon se označava sa **R**

HUKOV ZAKON

- Za svaki materijal i svaku vrstu naprezanja, u oblasti važnosti Hukovog zakona, postoje određeni odnosi između napona i njima izazvanih deformacija.
- Kod naprezanja na zatezanje, pritisak i savijanje ovaj odnos dat je modulom elastičnosti, a kod naprezanja na smicanje i uvijanje modulom klizanja. Kao pokazatelji elastičnih svojstava materijala, modul elastičnosti i modul klizanja, od najvećeg su praktičnog značaja.
- Kako je dilatacija odnos dve dužine, to je bezdimenzionalna veličina, nema jedinicu.
- Dilatacija se izražava brojem, nezavisno od bilo kog sistema jedinica.

HUKOV ZAKON

- Od koordinatnog početka do tačke P postoji proporcionalnost između napona i dilatacije
- **E** – koeficijent proporcionalnosti
MODUL ELASTIČNOSTI
ili Jungov modul
dimenzija MPa

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Modul elastičnosti je zapravo čvrstina između atoma koji čine materijal.

HUKOV ZAKON

- To je karakteristika koja određuje ugib odnosno krutost određenog mašinskog dela. Može se objasniti primerom prikazanom na slici koja pokazuje da će različiti materijali (čelik, Cu i Al) istog poprečnog preseka, drugačije podneti isti teret ili opterećenje. Budući da aluminijum ima skoro 3 puta manji modul elastičnosti od čelika njegova deformacija će biti oko 3 puta veća.

HUKOV ZAKON

- Hukov zakon u obliku $\sigma = E\varepsilon$
- Zamenom u izrazu za dilataciju kao $\varepsilon = \Delta l / l_0$
- Napon kao odnos $\sigma = F/A$
- Dobija se izraz za Hukov zakon u obliku

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot A}$$

Dužina šipke posle prekida

$$l_1 = l + \Delta l = l + \varepsilon \cdot l = l(1 + \varepsilon)$$

POASONOV KOEFICIJENT

Izračunavanjem zapremine pre i posle deformacije dobija se zapreminska dilatacija kao

$$V = l \cdot b \cdot h$$

$$V = l_1 \cdot b_1 \cdot h_1 = l \cdot b \cdot h(1 + \varepsilon)(1 - \mu\varepsilon)^2$$

$$\varepsilon_V = \frac{\Delta V}{V} = \frac{V_1 - V}{V}$$

$$\varepsilon_V \approx \varepsilon(1 - 2\mu)$$

