



UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU



OSNOVI MAŠINSTVA

- PREZENTACIJA BR. 8 -

Dr Darko Mihajlov, vanr. prof.

SADRŽAJ PREZENTACIJE

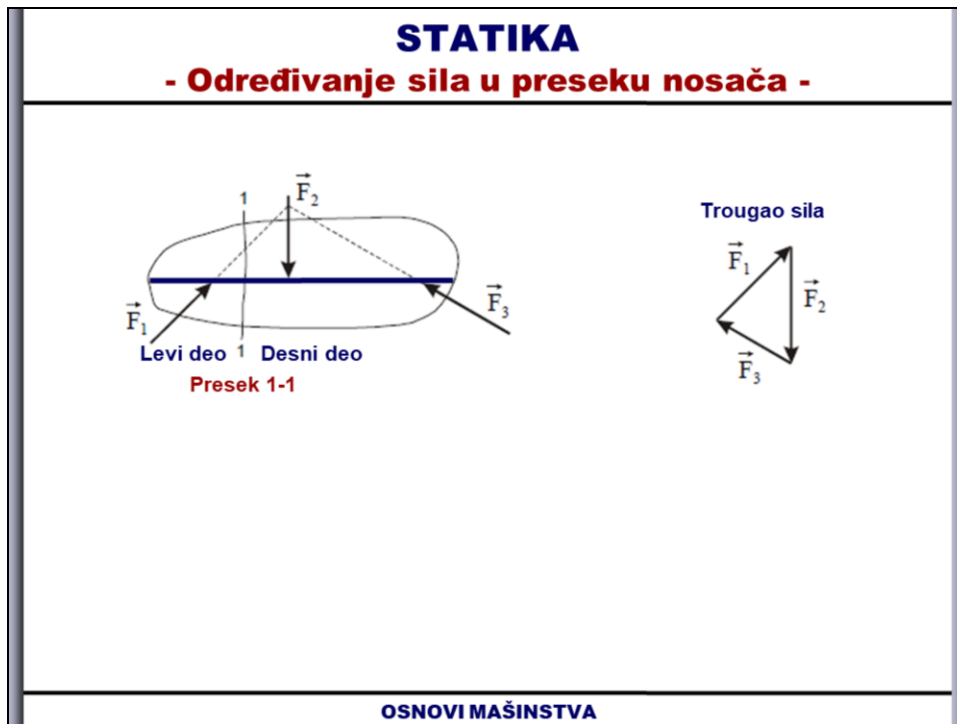
❖ Analiza sila u preseku nosača:

- Određivanje sila u preseku nosača,
- Sračunavanje sila u preseku nosača;



❖ Konvencija o znaku i grafičkom predstavljanju sila u preseku nosača;

❖ Diferencijalne zavisnosti između funkcija kontinualnog opterećenja, transversalne sile i napadnog momenta.



Projektovanje bilo kog mašinskog elementa podrazumeva određivanje unutrašnjih sila u tom elementu kako bi se obezbedilo da materijal od koga je element napravljen može da nosi dato spoljašnje opterećenje.

Određivanje unutrašnjih sila je značajno, jer se na osnovu toga vrši **dimenzionisanje nosača**.

Pod dimenzionisanjem nosača se podrazumeva određivanje potrebnih dimenzija preseka nosača da bi nosač sa sigurnošću mogao da nosi dato opterećenje.

Za određivanje unutrašnjih sila u nosaču se koristi **Metoda preseka**.

Metoda preseka podrazumeva zamišljeno presecanje nosača poprečnim ravnima na izabranom mestu, nakon svake promene opterećenja.

Unutrašnje sile postaju u preseku nosača spoljašnje sile na osnovu Aksiome o vezama.

Unutrašnje sile predstavljaju u preseku nosača ukupnu silu kojom jedan deo nosača deluje na drugi.

Ako je nosač bio u ravnoteži, onda je i svaki njegov izdvojeni deo u ravnoteži.

Određivanje sila u preseku nosača Metodom preseka se vrši kroz sledeće korake :

1. KORAK:

Za određivanje unutrašnjih sila u proizvoljnom preseku nosača, koje su izazvane dejstvom spoljašnjih sila, nosač se podeli ravnim presekom 1-1 na levi i desni deo.

2. KORAK:

Odsečeni delovi nosača su opterećeni pojedinim spoljašnjim silama – levi deo silom F_1 , a desni deo silama F_2 i F_3 .

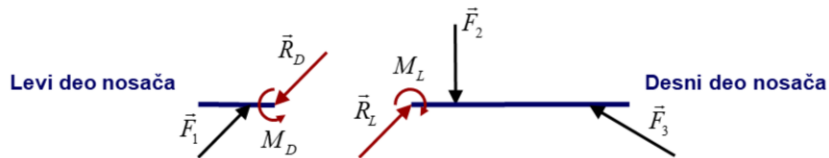
Uticaj ostalih spoljašnjih sila na odsečeni deo nosača, a koje deluju na uklonjeni (odbačeni) deo nosača, manifestuje se u obliku unutrašnjih sila koje su raspoređene po poprečnom preseku odsečenog dela nosača.

Svaki od delova nosača treba da ispunjava uslove ravnoteže pod uticajem spoljašnjih i unutrašnjih sila u preseku 1-1.

STATIKA

- Određivanje sila u preseku nosača -

Redukcijom unutrašnjih sila u levom i desnom poprečnom preseku na težište poprečnog preseka, dobija se: $(\vec{R}_L, \vec{M}_{R,L})$ i $(\vec{R}_D, \vec{M}_{R,D})$.



OSNOVI MAŠINSTVA

2. KORAK - nastavak:

Redukcijom unutrašnjih sila u levom i desnom poprečnom preseku na težište poprečnog preseka, dobija se: **redukciona rezultanta R** (koja je jednaka glavnom vektoru unutrašnjih sila) i **rezultujući redukциони spreg M_R** (čiji je moment jednak glavnom momentu unutrašnjih sila M) za levi i desni deo nosača: $(R_L, M_{R,L})$ i $(R_D, M_{R,D})$, koji su jednakih intenziteta, a suprotnih smerova, i uzajamno se poništavaju kada se nosač posmatra kao celina.

Ako se odbaci (ukloni) desni deo nosača, u poprečnom preseku levog dela nosača se javljaju unutrašnje sile koje zamenjuju uticaj desnog dela nosača na levi deo nosača.

Levi deo nosača se nalazi u ravnoteži pod dejstvom spoljašnje aktivne sile F_1 i unutrašnjih sila koje se javljaju u poprečnom preseku.

Ako se odbaci (ukloni) levi deo nosača, u poprečnom preseku desnog dela nosača se javljaju unutrašnje sile koje zamenjuju uticaj levog dela nosača na desni deo nosača.

Desni deo nosača se nalazi u ravnoteži pod dejstvom spoljašnjih aktivnih sila F_2 i F_3 , i unutrašnjih sila koje se javljaju u poprečnom preseku.

STATIKA

- Određivanje sile u preseku nosača -

Sile u preseku nosača:

- normalna sila (N)
- transverzalna sila (T)
- napadni moment (M)

(1) $\Sigma X_L = 0: -N + \Sigma X_L^e = 0 \Rightarrow N = \Sigma X_L^e$

(2) $\Sigma Y_L = 0: -T + \Sigma Y_L^e = 0 \Rightarrow T = \Sigma Y_L^e$

(3) $\Sigma M_{C,L} = 0: -M + \Sigma M_{C,L}^e = 0 \Rightarrow M = \Sigma M_{C,L}^e$

OSNOVI MAŠINSTVA

3. KORAK:

Glavni vektor R se razlaže na dve komponente: normalnu komponentu N i transverzalnu komponentu T .

Normalna (uzdužna, aksijalna) sila N je komponenta redukcione rezultante (glavnog vektora) unutrašnjih sila sa napadnom linijom u pravcu ose nosača.

Transverzalna (poprečna) sila T je komponenta redukcione rezultante (glavnog vektora) unutrašnjih sila sa napadnom linijom upravno na osu nosača.

Glavni moment unutrašnjih sila se kao moment rezultujućeg redukcionog sprega unutrašnjih sila kada se redukcija vrši na težište preseka naziva **napadni moment** ili **moment savijanja** i obeležava slovom M .

Sračunavanje sile u preseku vrši se primenom jednačina ravnoteže na spoljašnje (eksterne - indeks „e“) i unutrašnje sile za izdvojeni deo štapa, levi ili desni.

Jednačina (1): Normalna sila u proizvoljnom poprečnom preseku nosača jednaka je algebarskom zbiru projekcija spoljašnjih sila koje dejstvuju samo sa jedne ili druge strane preseka na podužnu osu nosača, odnosno na osu upravnu na poprečni presek.

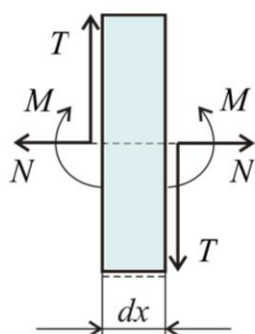
Jednačina (2): Transverzalna sila u proizvoljnom poprečnom preseku nosača jednaka je algebarskom zbiru projekcija spoljašnjih sila koje dejstvuju samo sa jedne ili druge strane preseka na osu upravnu na normalu poprečnog preseka, a u ravni poprečnog preseka.

Jednačina (3): Napadni moment u proizvoljnom poprečnom preseku nosača jednak je algebarskom zbiru momenata spoljašnjih sila koje dejstvuju samo sa jedne ili sa druge strane preseka, za težište C površine poprečnog preseka.

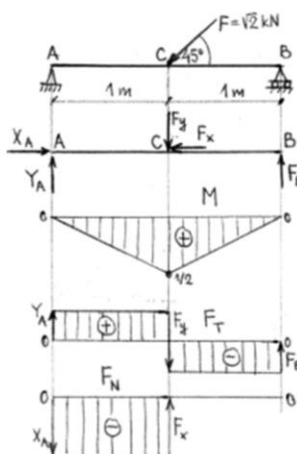
STATIKA

- Konvencija -

Konvencija o znaku i grafičkom predstavljanju sila u preseku



Šablon za određivanje znaka sila u preseku



OSNOVI MAŠINSTVA

Šablon za određivanje znaka sila u preseku (M, T, N) treba prihvatiti kao pravilo (dogovor - konvenciju) pri crtanju ili čitanju statičkih dijagrama.

Donja strana elementa nosača je označena isprekidanom linijom. Ucrtni su pozitivni smerovi sila u preseku gledano sa leve ili sa desne strane u odnosu na dx - beskonačno mali element nosača duž podužne ose.

Napadni moment se predstavlja u obliku dijagrama, u izabranoj razmeri za moment i u odnosu na izabranu nultu liniju 0-0 koja je postavljena paralelno podužnoj osi nosača. Pozitivne vrednosti momenta se nanose ispod nulte linije, a negativne iznad. Moment ima pozitivnu vrednost ako zateže donju stranu nosača.

Transverzalna sila se predstavlja u obliku dijagrama, u izabranoj razmeri za silu i u odnosu na nultu liniju 0'-0' koja je postavljena paralelno podužnoj osi nosača. Pozitivne vrednosti transverzalne sile se nanose iznad nulte linije, a negativne ispod. Transverzalna sila je pozitivna ako teži da zaokrene element nosača u smeru kazaljke na satu, tj. levo od preseka usmerena je nagore, a desno od preseka nadole u odnosu na donju stranu nosača.

Normalna sila se predstavlja u obliku dijagrama, u izabranoj razmeri za silu i u odnosu na nultu liniju 0"-0" koja je postavljena paralelno podužnoj osi nosača. Pozitivne vrednosti normalne sile se nanose iznad nulte linije, a negativne ispod. Normalna sila je pozitivna ako zateže element nosača, tj. ako su sile usmerene jedna od druge.

STATIKA

- Diferencijalne zavisnosti M-T-q -

Diferencijalne zavisnosti između funkcija kontinualnog opterećenja, transverzalne sile i napadnog momenta

➡ za pisanje izraza u preseku sa leve strane:

$$\frac{d^2 M_{1-1}^L}{dx^2} = \frac{dT_{1-1}^L}{dx} = -q(x)$$

➡ za pisanje izraza u preseku sa desne strane:

$$\frac{d^2 M_{1-1}^D}{dx^2} = -\frac{dT_{1-1}^D}{dx} = -q(x)$$

OSNOVI MAŠINSTVA

Između napadnog momenta, transverzalne sile i kontinualnog opterećenja postoji diferencijalna zavisnost:

- za pisanje izraza u preseku sa leve strane: IZRAZ 1:
- za pisanje izraza u preseku sa desne strane: IZRAZ 2.

STATIKA

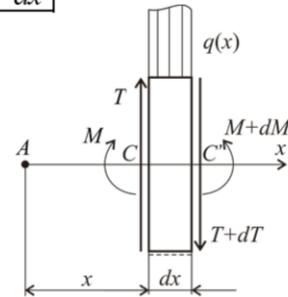
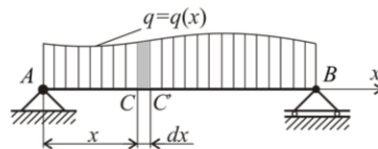
- Diferencijalne zavisnosti M-T-q -

$$1. \Sigma M_{C'} = M - (M + dM) + Tdx - q(x)dx \cdot \frac{dx}{2} = 0;$$

$$dM - Tdx + q(x) \frac{(dx)^2}{2} = 0; (dx)^2 \approx 0 \Rightarrow dM - Tdx = 0 \Rightarrow \boxed{T = \frac{dM}{dx}};$$

$$2. \Sigma Y = T - q(x) \cdot dx - (T + dT) = 0 \Rightarrow \boxed{q(x) = -\frac{dT}{dx}};$$

$$\boxed{q(x) = -\frac{dT}{dx} = \frac{d^2 M}{dx^2}}; \quad \boxed{\frac{dM}{dx} = 0 \Rightarrow T = 0}.$$



OSNOVI MAŠINSTVA

Prvi izvod napadnog momenta po dužini jednak je transverzalnoj sili, dok je prvi izvod transverzalne sile po dužini, odnosno drugi izvod napadnog momenta po dužini jednak funkciji kontinualnog opterećenja sa negativnim predznakom.

Opasan ili kritični presek nosača je onaj presek u kome je vrednost napadnog momenta maksimalna (ekstremna), odnosno presek u kome je transverzalna sila, tj. izvod napadnog momenta po dužini jednak nuli.

Kontrolna pitanja 8



1. Objasniti postupak određivanja sila u preseku nosača.
2. Definicija sila u preseku nosača.
3. Sračunavanje sila u preseku nosača.
4. Konvencija o znaku i grafičkom predstavljanju sila u preseku.
5. Diferencijalne zavisnosti između funkcija kontinualnog opterećenja, transverzalne sile i napadnog momenta.