

Slika 15.

Kada je *opterećenje vertikalno*, slika 16., sile V'_a i V'_b jednake su reakcijama ekvivalentne proste grede, pa se određuju preko izraza:

$$V'_a = -\frac{M_b}{L} = A_o \quad V'_b = \frac{M_a}{L} = B_o \quad (9)$$

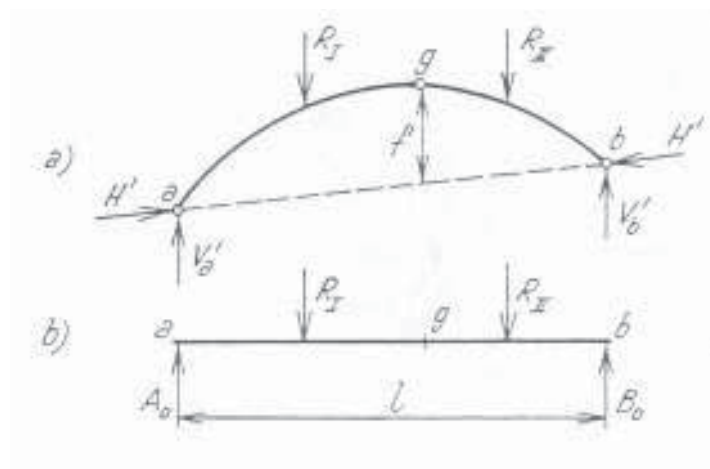
Sile H'_a i H'_b međusobom su jednake i:

$$H'_a = H'_b = H' \quad H_a = H_b = H \quad (10)$$

a određuju se sa:

$$H' = \frac{M_{go}}{f'} \quad H' = \frac{M_{go}}{f \cos \alpha} \quad H' \cos \alpha = \frac{M_{go}}{f}$$

$$H' \cos \alpha_o = H = \frac{M_{go}}{f} \quad (11)$$

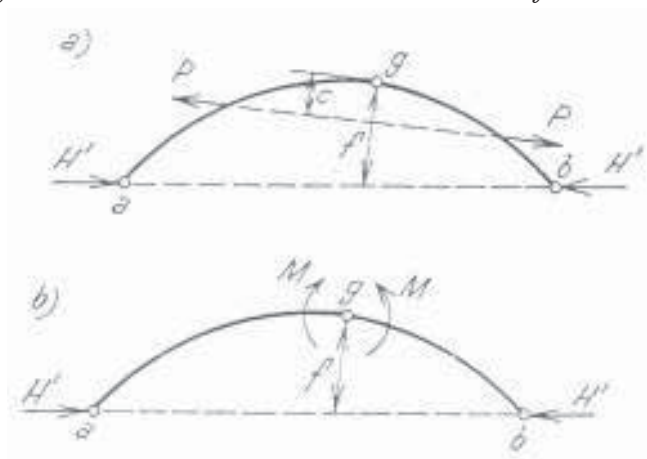


Slika 16.

u kojoj je M_{g_0} moment savijanja ekvivalentne proste grede opterećena kao na slici 16b.

Kada je nosač opterećen ravnotežnim opterećenjem kao na slici 17., sile V'_a i V'_b jednake su nuli, a sile $H'_a = H'_b = H'$, određujemo iz uslova o nultoj vrijednosti zbira momenata sila jedne od ploča u odnosu na zglob g:

$$H' \cos \alpha = H = P \frac{c}{f} \quad (\text{slika 17a}) \quad H' \cos \alpha = H = \frac{M}{f} \quad (\text{slika 17b}) \quad (12)$$

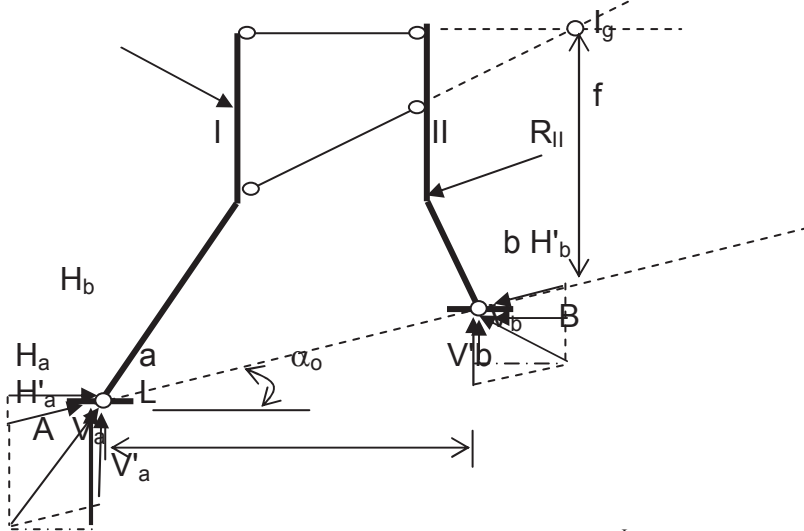


Slika 17.

Nosač sa tri zgloba od kojih je jedan imaginaran

Kada su dvije ploče I i II vezane sa dva prosta štapa, tada se prikazani postupak određivanja reakcija oslonaca može primijeniti za nosač sa tri zgloba a-Ig-b, od kojih je jedan imaginaran. Imaginarni zglob Ig se dobija u presjeku napadnih linija sila u prostim štapovima. Za takav nosač ispisuju se sljedeći uslovi ravnoteže:

$\Sigma M_b = 0, \Sigma M_a = 0, \Sigma M_{I_g}^I = 0, \Sigma M_{I_g}^{II} = 0$, iz kojih se dobijaju vrijednosti reakcija:



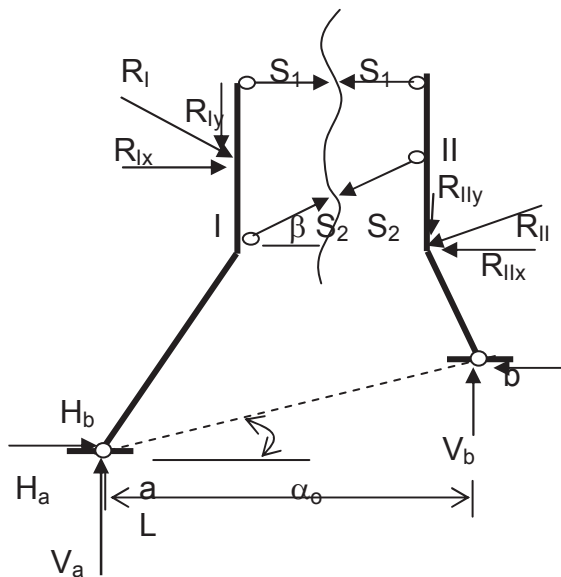
Slika 18.

$$V'_a = -\frac{M_b}{L} \quad V'_b = \frac{M_a}{L} \quad H_a = \frac{M^I_{I_g}}{f} \quad H_b = \frac{M^{II}_{I_g}}{f}$$

$$V_a = V'_a + H'_a \sin \alpha_0 = V'_a + H_a \operatorname{tg} \alpha_0$$

$$V_b = V'_b - H'_b \sin \alpha_0 = V'_b - H_b \operatorname{tg} \alpha_0$$

Sa poznatim vrijednostima reakcija ulazimo u uslove ravnoteže ploče I i II iz kojih se dobijaju vrijednosti sile u prostim štapovima S_1 i S_2 :



$$\begin{aligned} \Sigma X_I &= 0 \\ \Sigma Y_I &= 0 \\ \text{ili} \\ \Sigma X_{II} &= 0 \\ \Sigma Y_{II} &= 0 \end{aligned}$$

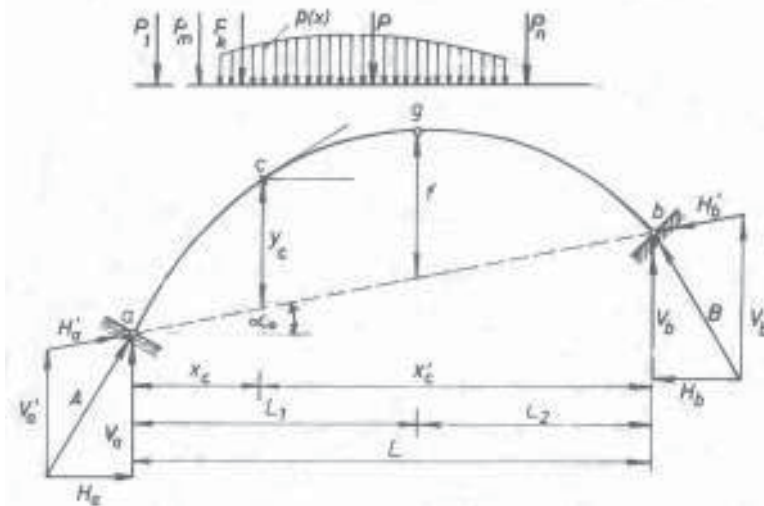
Slika 19.

5.3.1. Reakcije i sile u presjecima nosača sa tri zgloba usljed stalnog opterećenja

Nosač koji se sastoji od dvije međusobno zglavkasto vezane ploče koje su oslonjene na dva nepokretna ležišta naziva se **luk na tri zgloba**.

Posmatračemo nosač kao na slici 20. Pravac oslonačkih zglobova a-b nazivamo pravac lučne sile, koji sa horizontalom zaklapa ugao α_0 . Raspon luka je L , a horizontalna rastojanja od zgloba g do oslonaca a i od g do oslonca b su L_1 i L_2 . Oblik ose nosača na tri zgloba je obično lučni i određen je ordinatama y koja predstavljaju vertikalna odstojanja tačaka ose luka od pravca oslonačkih zglobova. Ugao nagiba tangente na osu luka u proizvoljnoj tački ose obelježen je sa α_c .

Reakcije A i B razlažemo na pravce vertikala i pravac lučne sile. Kada je opterećenje vertikalno sile V'_a i V'_b predstavljaju sile ekvivalentne proste grede. Sile H'_a i H'_b su lučne sile, dok su komponente reakcija A i B vertikalne komponente V_a i V_b i horizontalne komponente (horizontalni potisci luka) H_a i H_b .



Slika 20.

$$V'_a = \frac{1}{L} \left[\sum_{m=1}^n P_m x'_m + \int_0^L p(x) x' dx \right]$$

$$V'_b = \frac{1}{L} \left[\sum_{m=1}^n P_m x_m + \int_0^L p(x) x dx \right] \quad (13)$$

Uvodimo sljedeće oznake:

T_{co} - tranverzalna sila ekvivalentne proste grede koja predstavlja sumu vertikalnih sila lijevo ili desno od posmatranog presjeka (V'_a i vertikalno opterećenje lijevo od posmatranog presjeka, odnosno, V'_b i vertikalno opterećenje desno od posmatranog presjeka)

M_{co} - momenat savijanja u presjeku c ekvivalentne proste grede (suma momenata sila V'_a i opterećenje lijevo od posmatranog presjeka u odnosu na težište posmatranog presjeka c, odnosno, sila V'_b i opterećenje desno od posmatranog presjeka u odnosu na težište posmatranog presjeka c)

Horizontalni potisci računaju se primjenom obrazaca (8):

$$H_a = \frac{M_{gl}}{f} \quad H_b = \frac{M_{gII}}{f} \quad (14)$$

Ako je luk opterećen kao na slici tada je $H_a = H_b = H$.

Izrazi za sile u presjeku c mogu da se napišu u sljedećem obliku:

$$N_c = -T_{co} \sin \alpha_c - H' \cos(\alpha_c - \alpha_o) = -T_{co} \sin \alpha_c - H \frac{\cos(\alpha_c - \alpha_o)}{\cos \alpha_o} \quad (15)$$

$$T_c = T_{co} \cos \alpha_c - H' \sin(\alpha_c - \alpha_o) = T_{co} \cos \alpha_c - H \frac{\sin(\alpha_c - \alpha_o)}{\cos \alpha_o}$$

$$M_c = M_{co} - H'y_c \cos \alpha_o = M_{co} - Hy_c$$

5.3.2. Oblik ose lučnih nosača

Zadatak nam je da odredimo oblik ose luka na tri zgloba ako nam je poznat raspon, strijela luka f i eksplataciono opterećenje.

Racionalni oblik ose luka obezbeđuje jednakost ekstremnih vrijednosti napona u gornjim i donjim ivicama poprečnog presjeka.

Kada je zadato stalno podijeljeno opterećenje, rezultatni poligon sila prelazi u krivu koja se naziva *potporna linija*. Kada je osa luka potporna linija u svim tačkama luka pojavljuje se samo normalna sila pa su naponi u svim tačkama isti. Oblik potporne linije određuje se grafički ili analitički. Iz uslova da su momenti u odnosu na težišta poprečnih presjeka usljed zadatog opterećenja jednaki nuli:

$$M_o - Hy = 0$$

$$y = \frac{M_o}{H} \quad (16)$$

ovim izrazom određujemo ordinate ose luka. S obzirom da je momenat u g jednak nuli slijedi:

$$M_g = M_{go} - Hf = 0$$

odakle se dobija da je:

$$H = \frac{M_{go}}{f} \quad (17)$$

Kada se ova relacija uvrsti u (16) dobija se:

$$y = f \frac{M_o}{M_{go}}$$

Zaključujemo da: *racionalni oblik ose* luka na tri zgloba je sličan obliku dijagrama savijanja ekvivalentne proste grede opterećene datim opterećenjem. Oblik ose ne zavisi od intenziteta opterećenja već od zakona po kojem se to opterećenje mijenja duž nosača.

Kada je opterećenje jednako podijeljeno momente savijanja proste grede određujemo:

$$M_o = q \frac{L^2}{2} \omega_r \quad \varpi_R = \xi - \xi^2$$

Ako je zglob g na sredini raspona tada je:

$$M_{go} = q \frac{L^2}{8} \quad y = 4f\omega_R \quad \text{racionalni oblik ose luka je kvadratna parabola.}$$

5.4. Nosači koji se sastoje od lanca ploča

5.4.1. Određivanje reakcija

Za sistem ploča koje su vezane zglobovima tako da se uklanjanjem bilo kog zgloba sistem raspada na dva nezavisna dijela, kažemo da su vezane u lanac, odnosno, predstavljaju lanac ploča. Ako u sistemu ploča, lanac ploča sadrži z_p ploča, tada za statički određen sistem ploča broj oslonaca i uklještenja mora da bude:

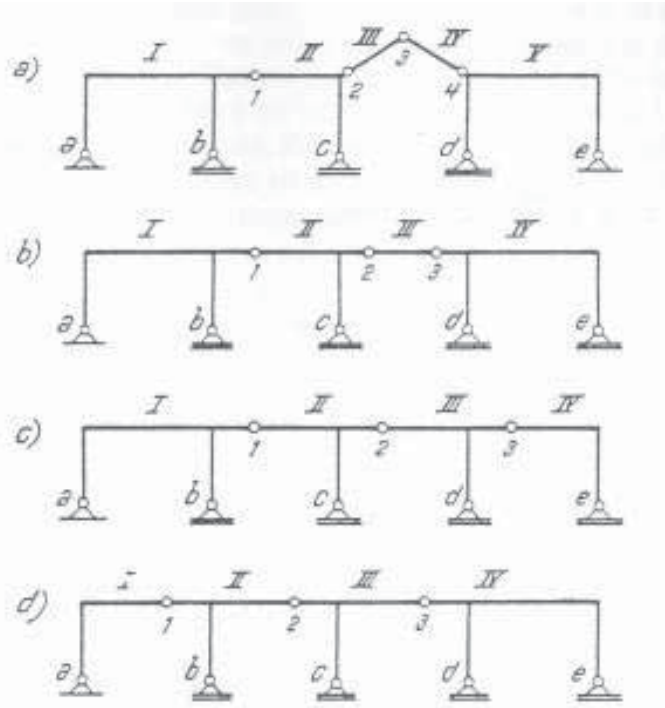
$$z_o + z_u = z_p + 2$$

Reakcije se mogu odrediti iz 3 uslova ravnoteže nosača kao cjeline i iz uslova o nultim vrijednostima zbira momenata spoljašnjih sila koje djeluju sa jedne ili druge strane posmatranog zgloba a u odnosu na taj zglob. Reakcije se mogu odrediti i tako što se u isto vrijeme određuju i sile veze u zglobovima lanca. Izbor načina određivanja reakcija zavisi od rasporeda oslonaca, uklještenja i zglobova nosača.

Kada lanac ploča sadrži dvije susjedne ploče bez oslonaca i uklještenja međusobom vezane zglobovima tada se primjenom metode dekompozicije sistem raspada na *dva nezavisna nosača* koji su svaki za sebe prosto stabilni nosači (slika 21a). Presječne sile u neoslonjenim pločama može izazvati samo ono opterećenje koje djeluje na te ploče, ako se opterećenje nalazi na stabilni dio nosača sile u presjecima neoslonjenih ploča su nula.

Kada lanac ploča sadrži jednu ploču koja nije oslonjena tada ta ploča dijeli sistem na *jedan stabilni i jedan labilni dio* (slika 21b). Opterećenje stabilnog dijela izaziva uticaje samo u stabilnom dijelu. Kada je opterećenje na neoslonjenoj ploči ili pak na labilnom dijelu nosača reakcije i sile u presjecima postoje na cijelom nosaču.

Zaključuje se da se proračun reakcija nosača koji se sastoji od lanca ploča svodi na proračun jedne ploče ili na proračun lanca ploča kod koga je svaka ploča oslonjena na po jedan oslonac. Kako je broj oslonaca veći od broja ploča za 2 tada postoje dvije mogućnosti rasporeda oslonaca. Ili je jedna ploča oslonjena na tri oslonca, a sve ostale ploče na po jedan oslonac, ili dvije ploče sadrže po dva oslonca, a sve ostale ploče imaju po jedan oslonac (slike 21c i 21d). Oslonci mogu biti zamijenjeni uklještenjima, ali tada na jednoj ploči mora biti najmanje 2 oslonca a da na jednoj ploči ne budu dve uklještenja.



Slika 21.

5.4.2. Uticaj stalnog opterećenja na gredu sa zglobovima

Greda oslonjena na tri oslonca je statički određena. Kada je greda oslonjena na $n+2$ oslonca onda je ona n puta statički neodređena. Kada se ovakvoj gredi doda n zglobova ona postaje statički određena. Ako postavimo zglobove iznad oslonaca dobijamo $n+1$ prostu gredu. Ekonomičnije rješenje se dobija kada se zglobovi postave između oslonaca, jer se na taj način dobija sistem prostih greda i greda sa preputima. Pri raspoređivanju zglobova mora se voditi računa o stabilnosti sistema. Tako u jednom polju ne smiju biti tri zgloba, niti pak u dva susjedna polja po dva zgloba. Primjer na slici d) je u kritičnoj konfiguraciji od g_1 do g_3 , dok je dio sistema od 2 do 4 statički neodređen. Sistem dat na slici e) je na dijelu od g_1 do g_4 labilan, dok je sistem od 3 do 5 statički neodređen.

Rastavljanjem grede sa n zglobova i $n+1$ polja na djelove dobijamo $n+1$ ploča. Za takav sistem ploča možemo napisati $3(n+1)$ uslova ravnoteže. U ovim uslovima ravnoteže pored zadatih aktivnih sila figuriše još $n+3$ nepoznatih reakcija kao i $2n$ komponenti sila veze u zglobovima, što ukupno čini $n+3+2n=3n+3$ nepoznatih, pa je broj uslova ravnoteže jednak broju nepoznatih.

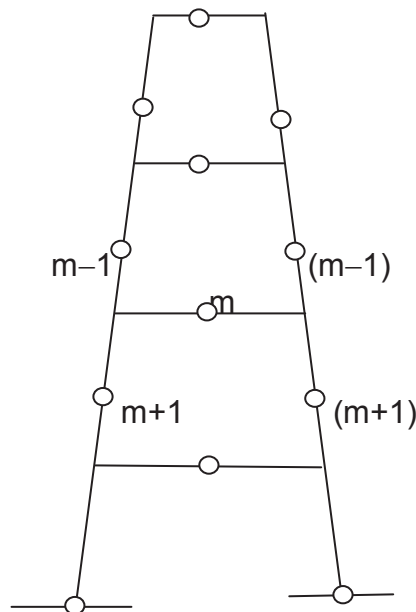
Na sljedećim slikama date su neki karakteristični oblici grede sa zglobovima koja se drugačije naziva Gerberov nosač.



Slika 22.

5.5. Statički određeni okvirni nosači

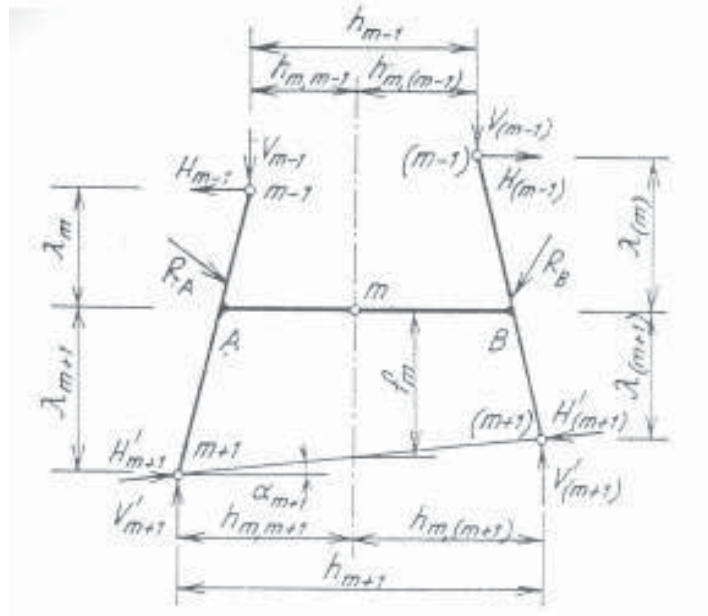
Razmatraćemo višespratne okvirne nosače koji se dobijaju sukcesivnim dodavanjem para zglavkasto vezanih ploča. Svaka ploča vezuje se sa po jednom prethodnom pločom, pa se tako dobija okvirni nosač sastavljen od parova zglavkasto vezanih ploča.



Slika 23.

Ploče A i B predstavljaju jedan par ploča izdvojen iz takvog lanca. Sile V_{m-1} , $V_{(m-1)}$, H_{m-1} , $H_{(m-1)}$ su poznate sile kojim prethodno uklonjen par ploča djeluje na ploče A i B. Na ploče A i B djeluje i aktivno opterećenje čije su rezultante R_A i R_B . Iz uslova sume momenata sila koje napadaju ove dvije ploče a u odnosu na tačke

($m+1$) i $m+1$ dobijamo nepoznate sile veze V'_{m+1} , $V'_{(m+1)}$ u zglobovima $m+1$ i ($m+1$). Ako su momenti pozitivni ako obrću u smjeru kazaljke na satu tada su:



Slika 24.

$$V'_{m+1} = -\frac{M_{(m+1)}}{h_{m+1}} \quad V'_{(m+1)} = \frac{M_{m+1}}{h_{m+1}}$$

Sile H'_{m+1} i $H^{(m+1)}$ kao i njihove horizontalne komponente

$$H_{m+1} = H'_{m+1} \cos \alpha_{m+1} \quad H_{(m+1)} = H^{(m+1)} \cos \alpha_{m+1}$$

mogu da se dobiju iz uslova da su momenti, u odnosu na zglob m , svih sila koje djeluju na ploči A, odnosno, ploči B jednaki nuli:

$$H_{m+1} = \frac{1}{f_m} (M_{mA} + V'_{m+1} h_{m,m+1} - V_{m-1} h_{m,m-1} - H_{m-1} \lambda_m)$$

$$H_{(m+1)} = \frac{1}{f_m} (M_{mB} + V'_{(m+1)} h_{m,(m+1)} - V_{(m-1)} h_{m,(m-1)} - H_{(m-1)} \lambda_{(m)})$$

U ovim izrazima M_{mA} je moment savijanja sile R_A u odnosu na zglob m , i pozitivan je kada obrće u smjeru kazaljke na satu, a M_{mB} je moment savijanja sile R_B u odnosu na zglob m , i pozitivan je kada obrće u u smjeru suprotno smjeru kazaljke na satu.

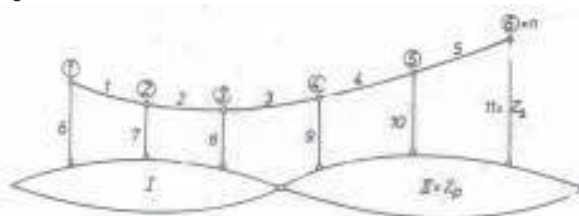
Kada su određene sile V'_{m+1} , $V'_{(m+1)}$, kao i sile H_{m+1} , $H_{(m+1)}$ tada možemo sračunati i sile V_{m+1} , $V_{(m+1)}$ primjenom poznatih izraza koji se primjenjuju za nosač sa tri zgloba:

$$V_{m+1} = V'_{m+1} + H_{m+1} \operatorname{tg} \alpha_{m+1} \quad V_{(m+1)} = V'_{(m+1)} - H_{(m+1)} \operatorname{tg} \alpha_{m+1}$$

5.6. Nosači koji se sastoje od lanca ploča i niza prostih štapova

Ako se nosač sastoji od z_p ploča koji su vezani sa z_p-1 zglobova, i doda mu se z_s prostih štapova koji su povezani u n čvorova tada je broj stepeni slobode pomjeranja $2n$ umanjen za broj štapova, da bi takav nosač bio kinematički prosto stabilan broj oslonaca i uklještenja traba da bude:

$$z_o + z_u = 2n + z_p + 2 - z_s$$



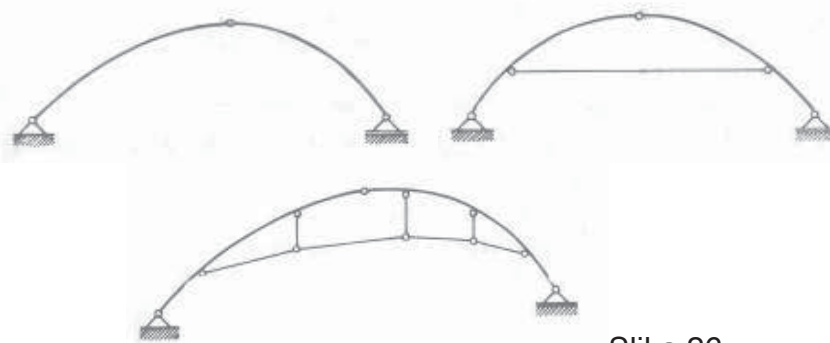
Slika 25.

Za određivanje reakcija oslonaca i sila u štapovima na raspolaganju nam stoje z_p+2 uslova ravnoteže lanca ploča kao i $2n$ uslova ravnoteže čvorova. U uslovima ravnoteže čvorova pored aktivnih sila djeluje i z_s sila u štapovima kao i z'_o nepoznatih reakcija u oslonačkim tačkama koje ne pripadaju lancu ploča. Zbir nepoznatih je redovno veći od $2n$ to se sve statičke veličine mogu izraziti u funkciji $(z_s + z''_o) - 2n$ pogodno izabranih statičkih veličina. Ove veličine zajedno sa z'_o nepoznatim reakcijama oslonca i z_u momenata uklještenja lanca ploča mogu da se odrede iz z_p+2 uslova ravnoteže lanca ploča, saglasno jednačini:

$$(z_s + z''_o) - 2n + z'_o + z_u = z_p + 2$$

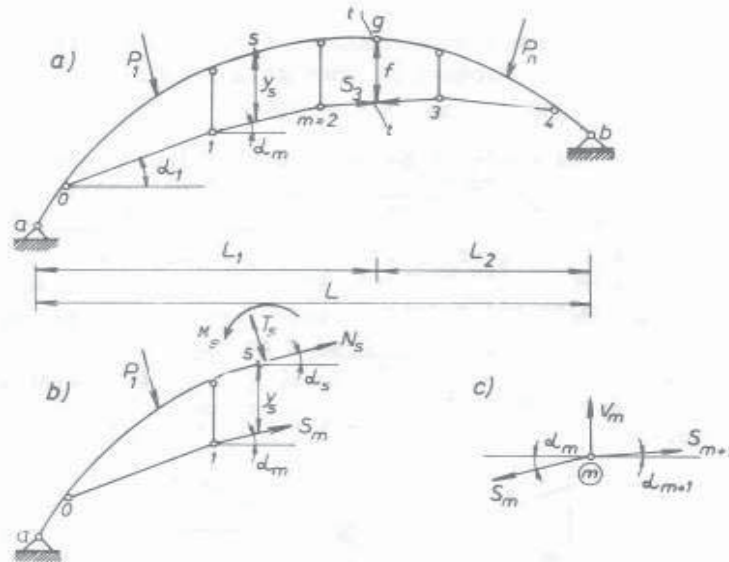
5.6.1. Luk sa tri zgloba sa zategom

Kada se kod luka na tri zgloba u jednom od oslonačkih zglobova ukloni horizontalan oslonac, da bi se obezbedila kinematička stabilnost potrebno je dodati zategu. Kako zatega može da primi horizontalnu komponentu reakcije to je na ovaj način sistem zadržao karakter luka na tri zgloba. Zatega može da spaja oslonačke zglobove ali se iz konstruktivnih razloga može izdići i oblikovati kao poligonalan niz prostih štapova prihvaćen vertikalnim prostim štapovima koje se nazivaju vertikale.



Slika 26.

Nosači sa zategom spadaju u grupu unutrašnje kinematičkih prostih nosača pa se za razliku od luka na tri zgloba reakcije oslonaca V_a , H_a , B mogu odrediti iz uslova ravnoteže sila koje napadaju jednu krutu ploču. Kada na nosač sa zategom djeluju vertikalne sile tada su reakcije oslonaca ekvivalentne reakcijama proste grede istog raspona.



Slika 27.

Ako se sile u štapovima označe sa S_m a uglovi nagiba štapova prema horizontali sa α_m , pri čemu je m oznaka desnog čvora, iz uslova ravnoteže čvora m slijedi da je:

$$S_m \cos \alpha_m = S_{m+1} \cos \alpha_{m+1} = H \quad (18)$$

Horizontalne komponente H sila u štapovima su jednake.

Slijedi da je:

$$S_m = \frac{H}{\cos \alpha_m}$$

Iz uslova da je zbir svih vertikalnih sila u posmatranom čvoru m jednak nuli dobijamo:

$$V_m = S_m \sin \alpha_m - S_{m+1} \sin \alpha_{m+1} = H(\operatorname{tg} \alpha_m - \operatorname{tg} \alpha_{m+1}) \quad (19)$$

Da bi odredili silu H potrebno je napraviti presjek kroz zglob g . Zbir momenata svih sila koje djeluju lijevo ili desno od presjeka $t-t$ a u odnosu na zglob g mora biti jednak nuli:

$$M_{go} - S_3 f \cos \alpha_3 = 0 \quad S_3 \cos \alpha_3 = \frac{M_{go}}{f} = H \quad (20)$$

gdje su:

f – vertikalno odstojanje štapa 2-3 od zgloba g

M_{g0} – moment spoljašnjih sila u odnosu na g

Kada su određene reakcije oslonaca i sile u štapovima, sile u presjeku s određujemo iz uslova ravnoteže dijela lijevo, odnosno, desno od tog presjeka. Ako sa T_{s0} i M_{s0} označimo transverzalnu silu i moment savijanja u presjeku s proste grede raspona L izrazi za presječne sile glase:

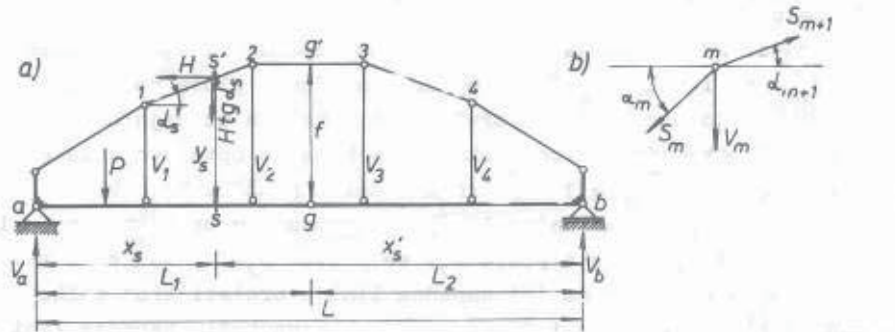
$$T_s = T_{s0} \cos \alpha_s - S_m \sin(\alpha_s - \alpha_m) = T_{s0} \cos \alpha_s - H \frac{\sin(\alpha_s - \alpha_m)}{\cos \alpha_m}$$

$$-N_s = T_{s0} \sin \alpha_s + S_m \cos(\alpha_s - \alpha_m) = T_{s0} \sin \alpha_s + H \frac{\cos(\alpha_s - \alpha_m)}{\cos \alpha_m} \quad (21)$$

$$M_s = M_{s0} - Hy_s$$

5.6.2. Vitak poligonalni luk sa gredom za ukruženje ispod luka

Na slici je prikazan luk sa vješaljkama o koje su obješene dvije zglavkasto vezane ploče. Ovaj nosač poznat je kao *Langerova greda*.



Slika 28.

Opterećenje djeluje na Langerovu gredu pa štapovi luka i vertikale primaju samo aksijalne sile. Na slici 28b. prikazan je m –ti čvor luka sa nepoznatim silama u štapovima luka S_m i S_{m+1} i silom u vertikali V_m . Iz uslova $\sum X=0$ zaključujemo:

$$S_{m+1} \cos \alpha_{m+1} - S_m \cos \alpha_m = 0$$

Horizontalne komponente sila u štapovima poligonalnog luka su jednake.

$$S_{m+1} \cos \alpha_{m+1} = S_m \cos \alpha_m = H$$

$$S_m = \frac{H}{\cos \alpha_m} \quad S_{m+1} = \frac{H}{\cos \alpha_{m+1}} \quad (22)$$

Iz uslova $\sum Y = 0$ slijedi:

$$V_m - S_m \sin \alpha_{m+1} + S_m \sin \alpha_m = 0 \quad (23)$$

$$V_m = H(\operatorname{tg} \alpha_{m+1} - \operatorname{tg} \alpha_m)$$

Relacijama (22) i (23) date su sile u prostim štapovima u funkciji od sile H. Vertikalne komponente reakcija V_a i V_b određujemo iz uslova $\Sigma M_a = 0$ i $\Sigma M_b = 0$, odnosno, prema izrazima za odgovarajuće reakcije proste grede istog raspona i istog opterećenja.

Da bi odredili sile u presjeku s potrebno je napraviti presjek koji prolazi kroz tu tačku i siječe štap luka u tački s'. Silu u tom štapu razlažemo na horizontalnu komponentu H i vertikalnu komponentu $V_s = H \operatorname{tg} \alpha_s$ (slika 28.).

Momenat u presjeku s grede ag je tada:

$$M_s = M_{s0} - H y_s$$

M_{s0} - momenat savijanja ekvivalentne proste grede (od sila V_a i zadatog opterećenja lijevo od s)

y_s - vertikalno rastojanje presjeka s i s'

Ako napišemo izraz za momenat savijanja u presjeku g primjenom ove relacije:

$$M_g = M_{g0} - H f \quad \text{slijedi} \quad H = \frac{M_{g0}}{f}$$

Izvedeni izrazi u svemu su isti izrazima za momenat u presjeku i silu potiska H luka a -g'-b.

Na sličan način može da se napiše izraz za transverzalnu silu:

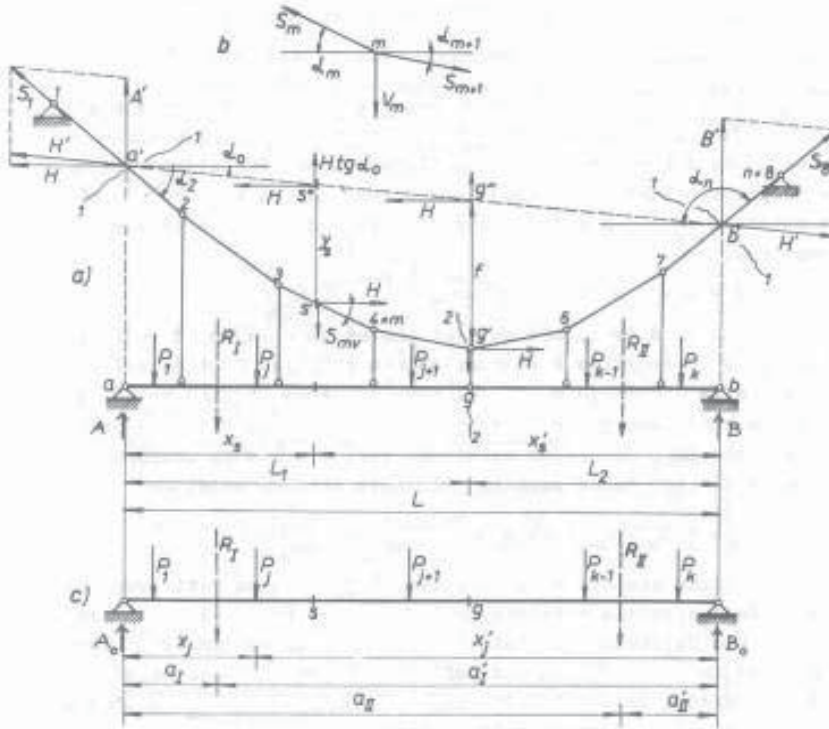
$$T_s = T_{s0} - H \operatorname{tg} \alpha_s$$

ili

$$T_s = \frac{T_{s0} \cos \alpha_s - H \sin \alpha_s}{\cos \alpha_s} = \frac{T_{sl}}{\cos \alpha_s}$$

5.6.3. Lančani nosač sa gredom za ukrućenje ispod lanca

Nosač prikazan na slici 29. sastoji se od dvije ploče zglavkasto vezane i obješene na lanac prostih štapova preko vertikalnih prostih štapova. Sile u štapovima lanca i vješaljki mogu da se odrede iz ravnoteže čvora m (slika 29.):



Slika 29.

$$S_{m+1} \cos \alpha_{m+1} - S_m \cos \alpha_m = 0$$

$$V_m - S_m \sin \alpha_m + S_{m+1} \sin \alpha_{m+1} = 0$$

Iz prve jednačine zaključujemo da su horizontalne komponente sila u štapovima lanca međusobno jednake:

$$S_{m+1} \cos \alpha_{m+1} = S_m \cos \alpha_m = H$$

$$S_m = \frac{H}{\cos \alpha_m} \quad S_{m+1} = \frac{H}{\cos \alpha_{m+1}}$$

$$V_m = H(\operatorname{tg} \alpha_{m+1} - \operatorname{tg} \alpha_m)$$

Da bi odredili reakcije oslonaca napravićemo presjeke lanca na vertikalama kroz tačke a i b, i na taj način dobiti tačke a' i b'. Sile u presječenim štapovima \$S_2\$ i \$S_n\$ razložićemo na vertikalni pravac u reakcije A' i B' i pravac a' -b':

$$A' = H(\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_0)$$

$$B' = H(\operatorname{tg} \alpha_0 - \operatorname{tg} \alpha_n)$$

Iz uslova \$\Sigma M_a = 0\$ i \$\Sigma M_b = 0\$ (sile \$S_2\$, \$S_n\$, A, B i zadato opterećenje) dobijamo:

$$A + A' = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^k P_j x_j' \quad B + B' = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^k P_j x_j$$

Ako ove izraze uporedimo sa izrazima za reakcije ekvivalentne proste grede A_0 i B_0 zaključuje se da :

$$A + A' = A_0$$

$$B + B' = B_0$$

Silu H određujemo iz uslova jednakosti sa nulom momenata savijanja svih sila lijevo ili desno od presjeka $g-g'$ u odnosu na zglob g :

$$M_g = M_{g_0} - H f \quad \text{slijedi} \quad H = \frac{M_{g_0}}{f}$$

Sada se mogu sile A i B odrediti na sljedeći način:

$$A = A_0 - H(\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_0) \quad B = B_0 - H(\operatorname{tg} \alpha_0 - \operatorname{tg} \alpha_n)$$

Presječne sile određuju se primjenom izraza:

$$M_s = M_{s_0} - H y_s$$

$$T_s = T_{s_0} + H(\operatorname{tg} \alpha_0 - \operatorname{tg} \alpha_s)$$

5.6.4. Poligonalni luk sa gredom za ukrućenje iznad luka

Za razliku od prethodnog nosača prosti štapovi ovog nosača su pritisnuti.

Iz uslova $\sum M_a = 0$ i $\sum M_b = 0$ izdvojene grede prikazane na slici 30b:

$$AL - \sum P_j x'_j + \sum V_m x'_m = 0$$

$$A = \frac{1}{L} \sum P_j x'_j - \frac{1}{L} \sum V_m x'_m = A_0 - A' \quad \text{odnosno}$$

$$B = \frac{1}{L} \sum P_j x_j - \frac{1}{L} \sum V_m x_m = B_0 - B'$$

A_0 i B_0 - reakcije proste grede raspona L pod dejstvom sila P_j

A' i B' - vertikalne reakcije poligonalnog luka $a'-g'-b'$ izazvane silama u vertikalama

Iz prve jednačine zaključujemo da su horizontalne komponente sila u štapovima lanca međusobno jednake:

$$S_{m+1} \cos \alpha_{m+1} = S_m \cos \alpha_m = H$$

kroz tačke a i b , i na taj način dobiti tačke a' i b' . Sile u presječenim štapovima S_2 i S_n razložićemo na vertikalni pravac u reakcije A' i B' i pravac $a'-b'$:

$$A' = H(\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_0)$$

$$B' = H(\operatorname{tg} \alpha_0 - \operatorname{tg} \alpha_n)$$

Silu H određujemo iz uslova jednakosti sa nulom momenata savijanja svih sila lijevo ili desno od presjeka $g-g'$ u odnosu na zglob g :

$$M_g = M_{g_0} - H f \quad \text{slijedi} \quad H = \frac{M_{g_0}}{f}$$

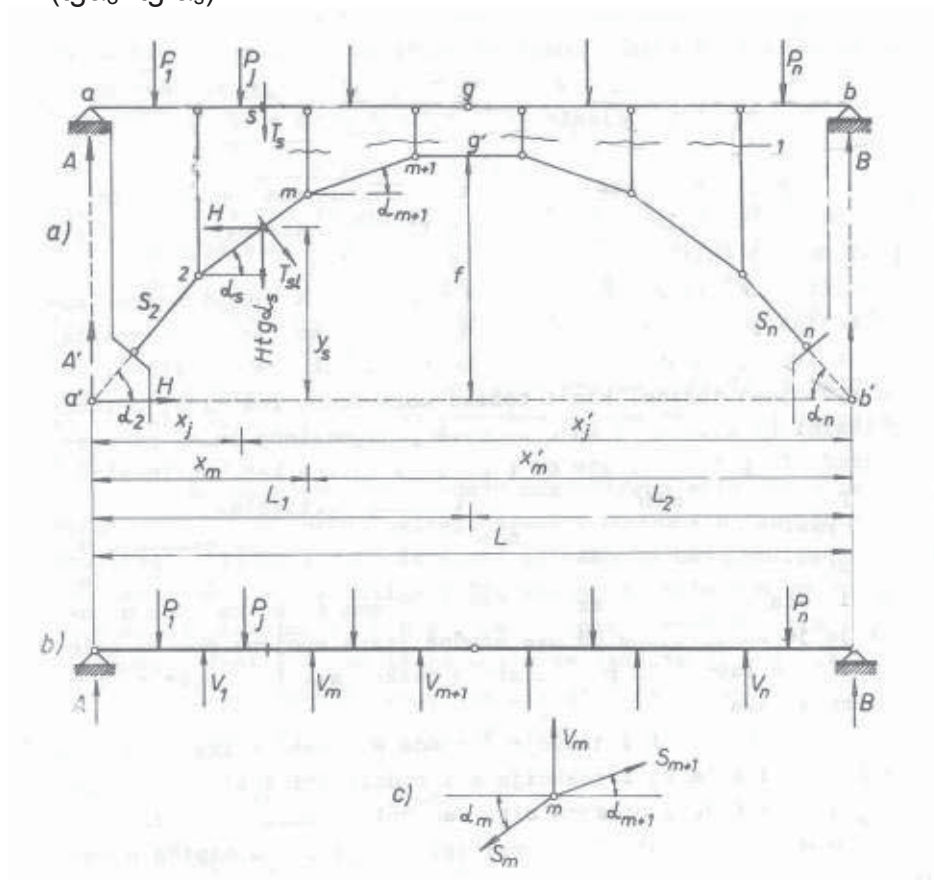
Sada se mogu sile A i B odrediti na sljedeći način:

$$A = A_0 - H(\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_0) \quad B = B_0 - H(\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_0)$$

Presječne sile:

$$M_s = M_{s_0} - H y_s$$

$$T_s = T_{s_0} + H(\operatorname{tg} \alpha_0 - \operatorname{tg} \alpha_s)$$



Slika 30.

Iz ravnoteže čvora:

$$S_m = \frac{H}{\cos \alpha_m} \quad S_{m+1} = \frac{H}{\cos \alpha_{m+1}}$$

$$V_m = H(\operatorname{tg} \alpha_m - \operatorname{tg} \alpha_{m+1})$$

Iz ravnoteže osloničkih čvorova a' i b' slijedi:

$$A' = H \operatorname{tg} \alpha_2$$

$$B' = H \operatorname{tg} \alpha_n$$

Sada se reakcije mogu odrediti:

$$A = A_0 - H \operatorname{tg} \alpha_2$$

$$B = B_0 - H \operatorname{tg} \alpha_n$$

Presječne sile dobijaju se primjenom izraza:

$$M_s = M_{s0} - H y_s \quad M_g = M_{g0} - H f \quad \text{slijedi} \quad H = \frac{M_{g0}}{f}$$

$$T_s = -\Sigma P + A_0 - H \operatorname{tg} \alpha_s$$

$$T_s = \frac{T_{s0} \cos \alpha_s - H \sin \alpha_s}{\cos \alpha_s} = \frac{T_{sl}}{\cos \alpha_s}$$