



Klasifikacija sistema (nosača)

Kinematička klasifikacija

Da bi sistem štapova i čvorova bio nosač, on mora da zadovolji određene uslove, tj. da bude *kinematički stabilan*. Kinematički stabilnim zovemo sistem čiji čvorovi ne mogu da se pomjeraju a da pri tom ne dođe do deformacije nekog od štapova ili pomjeranja nekog od oslonaca ili do obrtanja nekog od uklještenja. Ako sistem ne zadovoljava ovaj uslov tada je on *kinematički labilan*.

Uslov kinematičke stabilnosti: broj jednačina uslova kompatibilnosti ($z_s + z_k + z_o + z_u$) mora biti jednak broju mogućih pomjeranja čvorova u, v ($2K$), gdje su

z_s - broj štapova u sistemu

z_k - broj krutih uglova u sistemu

z_o - broj oslonaca u sistemu

z_u - broj uklještenja u sistemu

K - broj čvorova u sistemu.

Dodatni uslov kinematičke stabilnosti je da su jednačine uslova kompatibilnosti međusobno nezavisne, tj. da je determinanta matrice sistema jednačina uslova kompatibilnosti D_k različita od nule.

Mogu se javiti sledeći slučajevi:

$z_s + z_k + z_o + z_u = 2K \quad \wedge \quad D_k \neq 0$ - kinematički prosto stabilan sistem (KPS)

$z_s + z_k + z_o + z_u > 2K \quad \wedge \quad D_k \neq 0$ - kinematički višestruko stabilan sistem (KVS)

$z_s + z_k + z_o + z_u < 2K \quad \wedge \quad D_k \neq 0$ - kinematički labilan sistem (KL)

Kada uklonimo sve spoljašnje elemente (oslonce i uklještenja) posmatrani sistem 'visi u vazduhu', tj. nema smisla govoriti o pomjeranjima sistema u globalnom koordinatnom sistemu. Ipak, važno je posmatrati pomjeranja čvorova takvog sistema u odnosu na lokalni koordinatni sistem koji vezemo za proizvoljan štap. Zavisno od odnosa ukupnog broja mogućih relativnih pomjeranja čvorova ($2K-3$) i broja relativnih uslova kompatibilnosti ($z_s + z_k$) možemo imati sledeće slučajeve:

$z_s + z_k = 2K - 3 \quad \wedge \quad D_{rk} \neq 0$ - unutrašnje kinematički prosto stabilan sistem (UKPS)

$z_s + z_k > 2K - 3 \quad \wedge \quad D_{rk} \neq 0$ - unutrašnje kinematički višestruko stabilan sistem (UKVS)

$z_s + z_k < 2K - 3 \quad \wedge \quad D_{rk} \neq 0$ - unutrašnje kinematički labilan sistem (UKL)

Svaki sistem koji je unutrašnje (prosto ili višestruko) kinematički stabilan predstavlja jednu kinematički *krutu ploču*.

Ako sistem posmatramo kao da je sastavljen od kinematički krutih ploča međusobno zglavkasto vezanih i spoljašnjih elemenata (oslonaca i uklještenja) tada imamo podjelu:

$z_o + z_u + 2z_z = 3z_p$ - spoljašnje kinematički prosto stabilan sistem (SKPS)

$z_o + z_u + 2z_z > 3z_p$ - spoljašnje kinematički višestruko stabilan sistem (SKVS)

$z_o + z_u + 2z_z < 3z_p$ - spoljašnje kinematički labilan sistem (SKL), gdje su:

z_p - broj kinematički krutih ploča

z_z - broj zglavlastih veza između krutih ploča.

Mogu se javiti sledeći slučajevi kada je $D_k = 0$:

- **nepravilan raspored elemenata** - nastaje ako su neke ploče u sistemu višestruko stabilne a neke labilne. To je sistem sa konačnim deformacijama. Nakon izvođenja iz početne konfiguracije sistem ostaje labilan.



- **kritična konfiguracija** - nastaje ako tri zgloba (koja pripadaju dvjema pločama) leže na jednoj pravoj. To je sistem sa malim deformacijama ali velikim pomjeranjima. Nakon izvođenja iz početne konfiguracije postaje stabilan.

Statička klasifikacija

Uporedićemo broj statički nezavisnih veličina sa brojem uslova ravnoteže sistema. Statički nezavisnih veličina u sistemu ima $z_o + z_u + z_s + z_k + m$:

$z_o \rightarrow$ broj reakcija oslonaca C_{oi}

$z_u \rightarrow$ broj reakcija uklještenja C_{ui}

$z_s \rightarrow$ broj aksijalnih sila S_{ik}

$z_k + m \rightarrow$ broj momenata na krajevima štapa M_{ik} i M_{ki} (m je broj grupa krutih uglova).

Broj uslova ravnoteže koje možemo postaviti u sistemu je $2K + m$:

$2K \rightarrow$ broj uslova da je suma svih sila za dva nekolinearna pravca u svakom čvoru jednaka nuli

$m \rightarrow$ broj uslova da je suma momenata savijanja jednaka nuli u svakoj grupi krutih uglova.

Tako dolazimo do sledeće podjele:

$z_o + z_u + z_s + z_k + (m) = 2K + (m)$ - statički određen sistem (SO)

$z_o + z_u + z_s + z_k + (m) > 2K + (m)$ - statički neodređen sistem (SN)

$z_o + z_u + z_s + z_k + (m) < 2K + (m)$ - statički preodređen sistem (SP)

Ako je nosač statički neodređen, tada broj uslova ravnoteže koji nedostaje $n = z_o + z_u + z_s + z_k - 2K$ nazivamo *stepen statičke neodređenosti*.

Statički određeni nosači nemaju reakcije oslonaca, momente uklještenja ni sile u presjecima ako na njih ne djeluje spoljašnje opterećenje, dok statički neodređeni mogu da imaju (npr. usljed temperaturnih uticaja).

Analogno sa kinematičkom analizom, možemo posmatrati i unutrašnju i spoljašnju statičku klasifikaciju, te tako imamo unutrašnju:

$z_s + z_k = 2K - 3$ - unutrašnje statički određen sistem (USOS)

$z_s + z_k > 2K - 3$ - unutrašnje statički neodređen sistem (USNS)

$z_s + z_k < 2K - 3$ - unutrašnje statički preodređen sistem (USP)

i spoljašnju:

$z_o + z_u + 2z_z = 3z_p$ - spoljašnje statički određen sistem (SSO)

$z_o + z_u + 2z_z > 3z_p$ - spoljašnje statički neodređen sistem (SSN)

$z_o + z_u + 2z_z < 3z_p$ - spoljašnje statički preodređen sistem (SSP).

Kao što vidimo, postoji analogija između kinematičke i statičke klasifikacije. Sledeći pojmovi su analogni:

kinematički prosto stabilan \leftrightarrow statički određen

kinematički višestruko stabilan \leftrightarrow statički neodređen

kinematički labilan \leftrightarrow statički preodređen.