

1. Ravninsko prosto nihanje 3-etažnega okvirja v smeri x

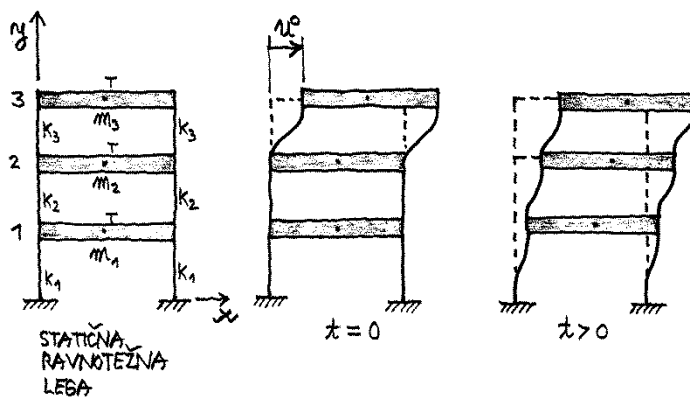
Geometrijska oblika okvirja je prikazana na skici.

Predpostavke:

- vodoravni nosilci okvirja so osno in upogibno popolnoma togi in jih modeliramo s togimi telesi;
- stebri so upogibno podajni (vendar osno togi) in njihove upogibne togosti so k_n (glejte skico), njihove mase zanemarimo;
- posledično so med nihanjem navpični pomiki etaž nič in nosilci se ne zasukajo, torej nosilci (in tudi okvir) nihajo samo v smeri x (=vodoravno);
- okvir je neobremenjen; v gibanje ga pripravimo tako, da ga pri $t=0$ deformiramo tako, kot kaže skica pri $t = 0$, nato pa ga »izpustimo« in prepustimo prostemu nihanju;
- vsakršno dušenje zanemarimo.

Podatki:

- mase: m_1, m_2, m_3 ;
- upogibne togosti posameznih stebrov: k_1, k_2, k_3 .



Okvir je tik pred pričetkom nihanja ($t^- = 0$) deformiran (glej skico pri $t = 0$) in miruje.

Naredite naslednje:

- nastavite enačbe gibanja etažnih nosilcev kot togih teles v vodoravni smeri (smer x) v odvisnosti od relativnih (to je, medetažnih) vodoravnih pomikov etaž (u_1, u_2, u_3);
- klasificirajte dobljene enačbe, naštejete neznanke, napišite začetne pogoje.

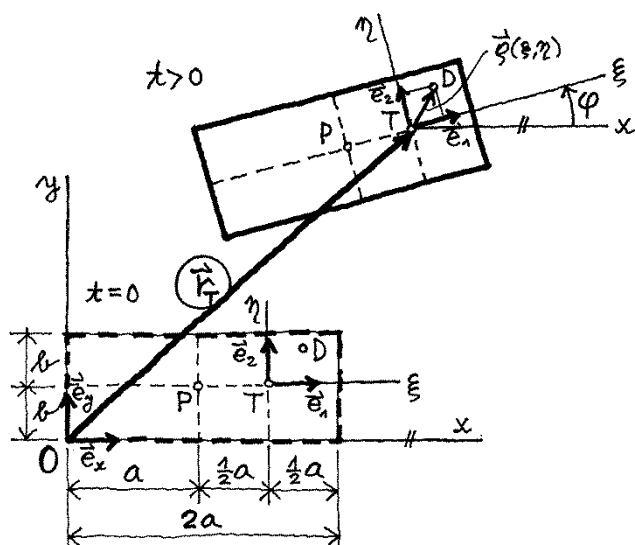
2. Ravninsko drsenje vozila (tosega telesa) po hrapavi vodoravni ravnini

Vozilo (avtomobil) modeliramo s togim telesom v obliki kvadra s stranicami osnovne ploskve $2a \times 2b$ (glejte skico, ki prikazuje pogled na vozilo iz zgoraj) in višino c (ta za reševanje naloge ni pomembna). Vozilo se premočrtno giblje po vodoravni ravnini (x,y) s konstantno hitrostjo vzdolž osi x . V nekem trenutku (čas $t^- = 0$) se vanj bočno zaleti drugo vozilo in se od njega takoj odbije. Posledica trka je sprememba hitrosti težišča prvega vozila in njegove kotne hitrosti, zaradi česar vozilo bočno zdrsi s ceste in začne drseti zunaj vozišča, kjer je makadam. Novi začetni komponenti v smereh x in y vektorja hitrosti težišča (\mathbf{v}_T) takoj po trku ($t^+ = 0$) sta znani in znašata: $v_{xT}(0) = v_{xT}^0$, $v_{yT}(0) = v_{yT}^0$. Nova začetna kotna hitrost vozila okrog navpične osi $z = \zeta$ je ravno tako znana in znaša $\omega(0) = \omega^0$. Zaradi trka se vozilo premakne iz smeri x in se zavrti za kot φ okrog navpične osi z . Situacija je prikazana na skici pri časih $t = 0$ in $t > 0$. Vrisani so tudi koordinatni sistemi – nepomični prostorski (x,y,z) in pomični telesni (ξ,η,ζ) sistem ter pripadajoči bazni vektorji $(\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z)$ in $(\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3)$.

Med bočnim drsenjem in vrtenjem vozila okrog vertikalne osi po makadamski površini deluje podlaga na vozilo z normalno silo (N) v navpični smeri in s tangencialno silo trenja (F_T) v vodoravni ravnini (x,y) . Predpostavljeno je,

- (1) da je velikost sile trenja (F_T) sorazmerna z normalno silo podlage (N), torej $F_T = \mu N$ (količina μ je koeficient trenja);
- (2) da sila trenja deluje v nasprotni smeri vektorja hitrosti težišča (\mathbf{v}_T); in
- (3) da leži prijemališče vektorja sile trenja (\mathbf{F}_T) v točki P v središču pravokotnika (glejte skico).

Znane količine (podatki) so: $m, a, b, J_1, J_2, J_3, \mu, v_{xT}^0, v_{yT}^0, \omega^0$. J_1, J_2, J_3 so glavni vztrajnostni momenti vozila glede na težišče in na glavne vztrajnostne osi (ξ, η, ζ) .



Naredite naslednje:

- zapišite enačbe izreka o gibanju težišča (masnega središča) vozila v odvisnosti od kartezičnih koordinat x_T in y_T glede na nepomični koordinatni sistem (x,y,z) ;
- zapišite zvezo med tretjo komponento kotne hitrosti ω_3 in kotom φ ;
- zapišite enačbe izreka o vrtilni količini vozila glede na težišče (masno središče) in glede na telesne koordinate (ξ, η, ζ) v odvisnosti od kota φ , koordinat težišča x_T in y_T in sile podlage N ;
- klasificirajte dobljene enačbe, naštejte neznanke, preštejte število enačb in neznanek, napišite začetne pogoje.

