

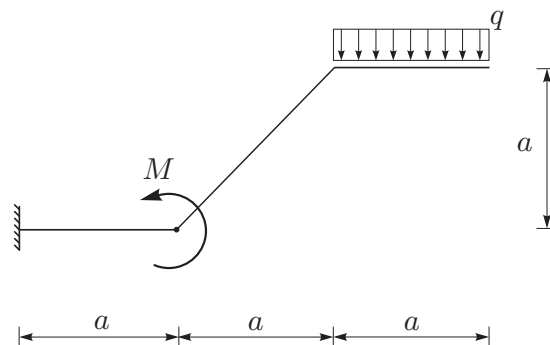
naloga	točk
1	
2	
3	

## OSNOVE STATIKE IN DINAMIKE 3. IZPITNI ROK (30. 08. 2013)

## RAČUNSKI DEL STATIKA

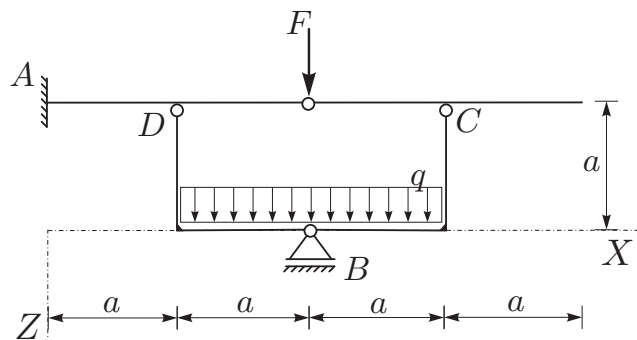
1. OBVEZNA NALOGA: Za konstrukcijo na sliki izrazite reakcije in notranje statične količine ( $N_x, N_z, M_y$ )! Rezultate notranjih statičnih količin prikažite z diagrami! (20%)

Podatki:  $a = 2\text{ m}$ ,  $q = 1\text{ kN/m}$ ,  
 $M = 5\text{ kNm}$ .

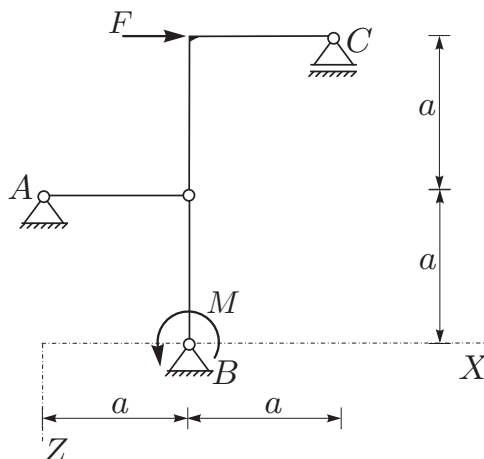


2. OBVEZNA NALOGA: Za konstrukcijo na sliki izračunajte stopnjo statične nedoločenosti, reakcije in notranje statične količine ( $N_x, N_z, M_y$ )! Rezultate notranjih statičnih količin prikažite z diagrami! (50%)

Podatki:  $a = 2\text{ m}$ ,  $F = 20\text{ kN}$ ,  
 $q = 10\text{ kN/m}$ .



3. S principom virtualnega dela za konstrukcijo na sliki izrazite reakcije v podporah! (30%)



## TEORETIČNI DEL STATIKA:

Izmed treh zastavljenih vprašanj si izberete dve, na kateri boste odgovarjali. Izbrani vprašanja jasno označite!

1. Računski modeli za opis medsebojnega vpliva med telesi!
2. Izpeljite in opišite obe nadomestni obliki ravnotežnih pogojev (razumevanje podkrepite z zapisom ravnotežnih enačb na lomljenem previsnem nosilcu)!
3. Izpeljite in opišite splošen izraz za število odvzetih prostostnih stopenj, ki jih vez odvzame povezanim telesom! Obravnavajte tudi primer (izpeljite enačbo), ko imajo vsa telesa na mestu vezi enake nekatere kinematične količine, preostale kinematične količine pa so možne za vsa telesa! (ilustracija z značilnimi primeri)

# 1. Ravninsko nihanje 2-etažnega okvirja v smeri $x$ zaradi **pospeška** tal

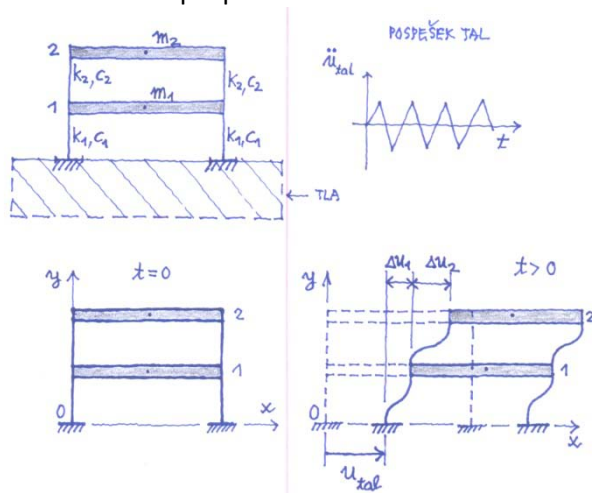
Geometrijska oblika okvirja je prikazana na skici.

## 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 so zanemarljive v primerjavi z masami nosilcev;
- posledično so med vodoravnim nihanjem navpični pomiki etaž nič in nosilci se ne zasukajo, torej nosilci (in tudi okvir) nihajo samo v vodoravni smeri (=smer  $x$ ) (translacija);
- okvir je ob začetku gibanja ( $t = 0$ ) nedeformiran in miruje (statična ravnotežna lega);
- tedaj se začnejo premikati tla v vodoravni smeri; vendar pa vodoravni pomik tal ni znan, temveč je znan vodoravni pospešek tal (to je drugi odvod vodoravnega pomika tal po času) (glej graf spreminjanja pospeška tal  $a_{tal} = \ddot{u}_{tal}(t)$  s časom na skici in njegov vsebinski pomen povezan s pomikom tal ( $u_{tal}$ ) na skici okvirja pri  $t > 0$ );
- hkrati s tlemi se premikajo temelji okvirja, ki jih prav tako lahko opišemo s togimi telesi;
- premiki temeljev sprožijo vodoravno gibanje okvirja;
- dušenje v okvirju upoštevamo s koeficienti dušenja  $c_1$  in  $c_2$  v skladu s predpostavkami iz teorije.

## Podatki:

- mase:  $m_1, m_2$ ;
- upogibne togosti posameznih stebrov:  $k_1, k_2$ ;
- koeficienti dušenja:  $c_1, c_2$ ;
- vodoravni pospešek tal v odvisnosti od časa:  $\ddot{u}_{tal}(t) = a_{tal}(t)$ .



## Vprašanja.

- Nastavite enačbe gibanja etažnih nosilcev kot togih teles v vodoravni smeri (smer  $x$ ) in sicer v odvisnosti od neznanih relativnih (to je medetažnih) vodoravnih pomikov etaž ( $\Delta u_1, \Delta u_2$ ).
- Klasificirajte dobljene enačbe, naštejte neznanke, napišite začetne pogoje.

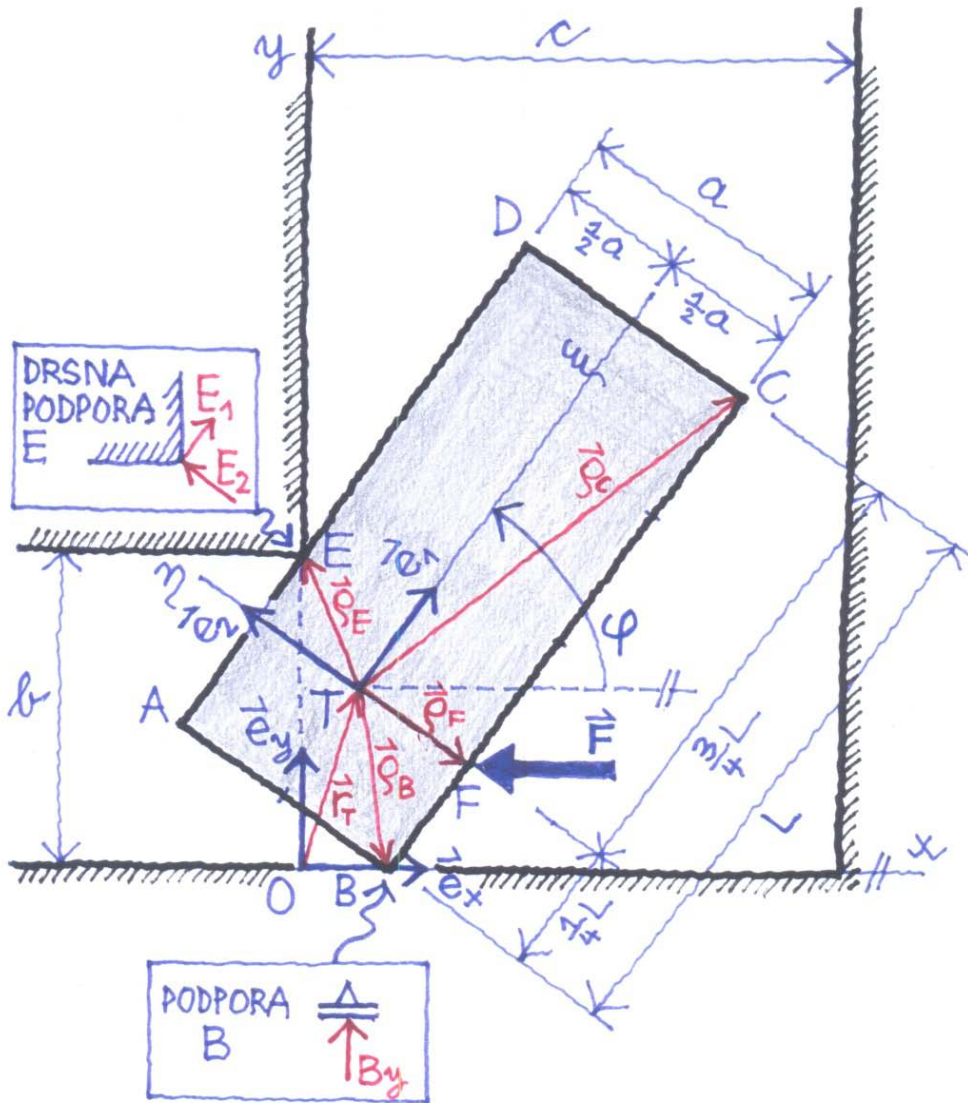
## 2. Premikanje kvadra skozi odprtino

**Opis situacije.** Zaradi transporta oz. selitve gradbenih elementov ali pohištva v stavbo je potrebno pred transportom računsko preveriti, če je dostop z elementom mogoč.

**Opis modela (glejte sliko na str. 3).** Element je togo telo v obliki kvadra ABCD s stranicama dolžin  $a$  in  $L$ . Velikost tretje stranice (v smeri osi  $z$ ) za rešitev naloge ni pomembna. Telo stoji pred vrati (oz. odprtino) višine  $b$ , pri čemer je višina vrat manjša od višine kvadra ( $b < L$ ), tako da telo ne more skozi vrata v pokončni legi in ga je potrebno nagniti. Nagib pa ne more biti poljubno velik, ker ga ovira nasprotni vrat stoječi zid, od vrat oddaljen za razdaljo  $c$ . Telo v vozliščih A in B postavimo na majhna kolesca in ga v navpični legi potiskamo z znano vodoravno silo  $F$ . Ko telo doseže vrata, ga s silo nagibamo tako, da se telo ves čas *drsno* dotika zgornjega roba vrat (točka E), točka B pa se s kolesci kotali po podlagi. Velikost kolesc je zanemarljiva. Pri tem se bo nekaj časa zgornje oglišče C približevalo zidu. Če se med manevrom oglišče C ne zaleti v zid, je dostop mogoč.

### Vprašanja.

- Izpeljite zvezo med baznimi vektorji nepomičnega prostorskega ( $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y$ ) in pomičnega telesnega ( $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2$ ) koordinatnega sistema v odvisnosti od kota zasuka telesa ( $\varphi$ ).
- Izpeljite izraze za vektorske produkte  $\mathbf{e}_1 \times \mathbf{e}_x$ ,  $\mathbf{e}_1 \times \mathbf{e}_y$ ,  $\mathbf{e}_2 \times \mathbf{e}_x$ ,  $\mathbf{e}_2 \times \mathbf{e}_y$  v odvisnosti od kota  $\varphi$  in baznega vektorja  $\mathbf{e}_z$ .
- Določite *relativne* krajevne vektorje  $\boldsymbol{\rho}_B$ ,  $\boldsymbol{\rho}_C$ ,  $\boldsymbol{\rho}_F$  točk: B (oglišče v dotiku z vodoravno podlago), C in F (prijemališče sile  $F$ ) in sicer vse glede na težišče T (glej sliko) in telesno bazo ( $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2$ ).
- Določite *absolutne* krajevne vektorje  $\mathbf{r}_T$ ,  $\mathbf{r}_B$ ,  $\mathbf{r}_C$ ,  $\mathbf{r}_F$  točk T, B, C, F glede na začetek (O) nepomičnega prostorskega koordinatnega sistema in izražene kot vsota absolutnega krajevnega vektorja težišča  $\mathbf{r}_T$  (ta naj bo izražen glede na prostorsko bazo ( $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y$ )) in relativnega vektorja glede na težišče, dobljenega v prejšnji alineji.
- Določite *relativni* in *absolutni* krajevni vektor ( $\boldsymbol{\rho}_E$  in  $\mathbf{r}_E$ ) točke E. Pozor: relativna koordinata  $\xi_E$  v smeri baznega vektorja  $\mathbf{e}_1$  te točke se med gibanjem spreminja in je neznanka naloge.
- Določite kinematične pogoje v podprtih točkah B in E glede na prostorsko bazo ( $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y$ ) (glej sliko). Ti pogoji določajo vezi med neznankami.
- Zapišite izrek o gibanju težišča telesa (=izrek o gibalni količini telesa) glede na prostorsko bazo ( $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y$ ). Za analizo sil predhodno narišite »free-body diagram«. Masa telesa ( $m$ ) je znana. Sila  $F$  je prav tako znana. Ne pozabite na silo težnosti!
- Zapišite izrek o vrtilni količini glede na težišče telesa za smer  $z$ . Nasvet: momente nastopajočih sil izračunajte z uporabo vektorskega produkta. Mehanski vztrajnostni moment telesa okrog osi  $z$  glede na težišče je znan ( $J_T$ ).
- Oštevilčite enačbe, ki vodijo problem. Napišite seznam neznank. Preverite ujemanje števila enačb in neznank.
- Klasificirajte dobljene enačbe in zapišite začetne pogoje.



SLIKA JE NARISANA V NAVPIČNI RAVNINI!