

3. slovensko državno prvenstvo iz gradbene mehanike

Univerza v Ljubljani

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Pripravila: dr. Goran Turk in dr. Marjan Stanek

Ljubljana, 14. maj 1997

3. slovensko državno prvenstvo iz gradbene mehanike, Ljubljana 1997

Letos smo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo organizirali že 3. državno prvenstvo iz gradbene mehanike. Prvenstvo je pripravil organizacijski odbor v sestavi:

doc. dr. Marjan Stanek (predsednik),
izr. prof. dr. Hinko Šolinc,
izr. prof. dr. Stane Srpčič,
doc. dr. Goran Turk,
asist. Blaž Vratanar,
Alenka Ambrož–Jurgec (Srednja gradbena šola, Maribor),
Bojan Lutman (Srednja tehniška in zdravstvena šola, Novo mesto),
Irena Posavec (Srednja tehniška šola, Celje) in
mag. Duška Tomšič (Srednja gradbena in ekonomska šola, Ljubljana).

Na tekmovanje smo povabili dijake tretjih in četrtil letnikov srednjih gradbenih šol iz Celja, Ljubljane, Maribora in Novega mesta. Odbor je pripravil naloge za predtekmovanje in sklepno tekmovanje ter pregledal in ocenil izdelke tekmovalk in tekmovalcev.

Predtekmovanja so se udeležili učenci tretjega in četrtega letnika. V sredo, 16. aprila 1997 je 63 učenk in učencev na srednjih gradbenih šolah reševalo enake predtekmovalne naloge. Osemindvajset najuspešnejših se je uvrstilo na sklepno tekmovanje, ki je potekalo 14. maja 1997 v prostorih Fakultete za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani. Na sklepno tekmovanje so se v konkurenci tretjih letnikov uvrstili:

Ime in priimek	Kraj	Ime in priimek	Kraj
Barbara Oblak Svetlana Vuksanovič	Ljubljana	Gregor Bajc Marko Brlič	Maribor
Dejan Hribar Aleš Mežič Uroš Strel Marko Volf Drago Žerjav	Novo mesto	Aleš Perjet Aleš Topolnik Anita Zajc Simona Zajc Jože Zupanič	

V konkurenci četrtih letnikov so se na sklepno tekmovanje uvrstili:

Ime in priimek	Kraj	Ime in priimek	Kraj
Tadej Brežan Bojan Kokol Sašo Lepetič Matic Princ	Celje	Miha Šantavec	Ljubljana
Uroš Dular Danilo Malnar Mario Tomašič	Novo mesto	Boštjan Bračko Aleš Kobolt Darko Lipič Rok Marčec Marko Novak Alan Rankovec	Maribor

Sklepno tekmovanje se je začelo 14. maja 1997 ob 10.30 na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani, ko je tekmovalke in tekmovalce ter njihove mentorje sprejel prodekan za študentske zadeve prof. dr. Hinko Šolinc. Po 120 minutah reševanja nalog so si tekmovalke in tekmovalci pod vodstvom mag. Janka Logarja ogledali Laboratorij za mehaniko tal, pod vodstvom dr. Violete Bokan-Bosiljkov pa Konstrukcijsko prometni laboratorij na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani.

Po skupnem kosilu so bili popoldne v svečani sobi Fakultete za gradbeništvo in geodezijo objavljeni rezultati. Pohvaljeni so bili vsi udeleženci sklepnega tekmovanja, najuspešnejši pa so bili:

3. letnik			
Nagrada	Ime in priimek	Šola	Mentor
1.	Drago Žerjav	Novo mesto	Bojan Lutman
1.	Aleš Mežič	Novo mesto	Bojan Lutman
2.	Aleš Perjet	Maribor	Alenka Ambrož-Jurgec
3.	Gregor Bajc	Maribor	Alenka Ambrož-Jurgec
4. letnik			
Nagrada	Ime in priimek	Šola	Mentor
1.	ni bila podeljena		
2.	Boštjan Bračko	Maribor	Eva Dvořak
3.	Uroš Dular	Novo mesto	Bojan Lutman

Posebno nagrado za najboljše rešene naloge je dobil **Drago Žerjav** iz Novega mesta.

Pohvale in nagrade je dijakom podelil dekan FGG prof. dr. Miran Saje, ki je tekmovanje tudi zaključil.

V naslednjih dveh preglednicah prikazujemo nekatere podatke o uspešnosti srednješolk in srednješolcev pri reševanju nalog na predtekmovanju in sklepnem tekmovanju. Povprečna ocena na predtekmovanju je bila nekoliko nižja kot lani (52 %), medtem ko je bila povprečna ocena na sklepnem tekmovanju višja od lanske (32 %). Na sklepno tekmovanje so se uvrstili vsi, ki so na predtekmovanju dosegli vsaj 50 %.

Ocena		
	Predtekmovanje	Sklepno tekmovanje
povprečna ocena	44.4 %	37.1 %
standardna deviacija	18.7 %	19.0 %
pov. ocena 1. naloge	7.4 % (max. 25 %)	10.3 % (max. 25 %)
pov. ocena 2. naloge	10.1 % (max. 25 %)	6.4 % (max. 25 %)
pov. ocena 3. naloge	12.7 % (max. 25 %)	5.9 % (max. 25 %)
pov. ocena 4. naloge	14.2 % (max. 25 %)	14.4 % (max. 25 %)
najnižja ocena	10 %	0 %
najvišja ocena	100 %	85 %

Zanimivo je tudi pogledati, koliko tekmovalk in tekmovalcev je pravilno rešilo posamezne naloge. Vidimo, da je bil najtrši oreh 3. naloga na sklepnem tekmovanju, ki je ni nihče v celoti rešil.

Število tekmovalk in tekmovalcev, ki so pravilno rešili posamezne naloge		
	Predtekmovanje	Sklepno tekmovanje
1. naloga	10	4
2. naloga	3	1
3. naloga	11	0
4. naloga	16	10

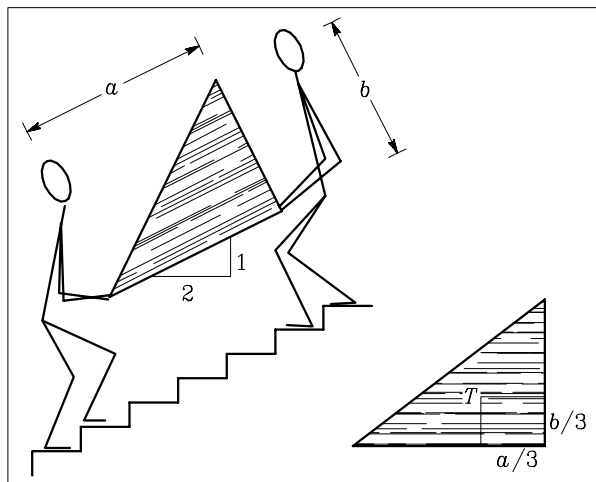
Tekmovanje so finančno podprli:

Ministrstvo za šolstvo in šport,
Bramac, Škocjan,
Ingrad, Celje,
Remont, Celje ter naslednje pedagoško-znanstvene enote
Fakultete za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani
Prometno tehnični inštitut,
Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo,
Katedra za mehaniko tal z laboratorijem,
Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem in
Katedra za preskušanje materialov in konstrukcij.

Naloge s predtekmovanja

1. naloga

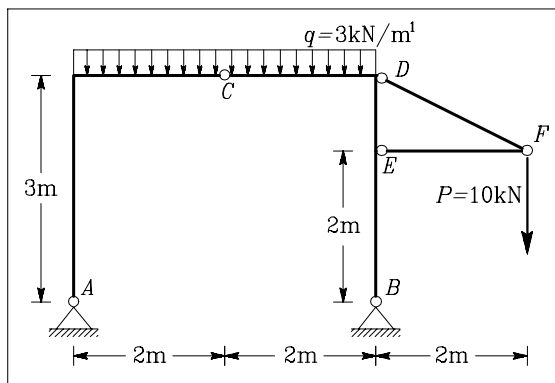
Dva možaka po stopnicah neseta breme trikotne oblike. Kolikšno mora biti razmerje a/b med katetami pravokotnega trikotnika, da oba nosita enako? Naklon stopnic je 50 %. Spodnja kateta je nagnjena enako kot stopniščna rama. Masa bremena je enakomerno porazdeljena.



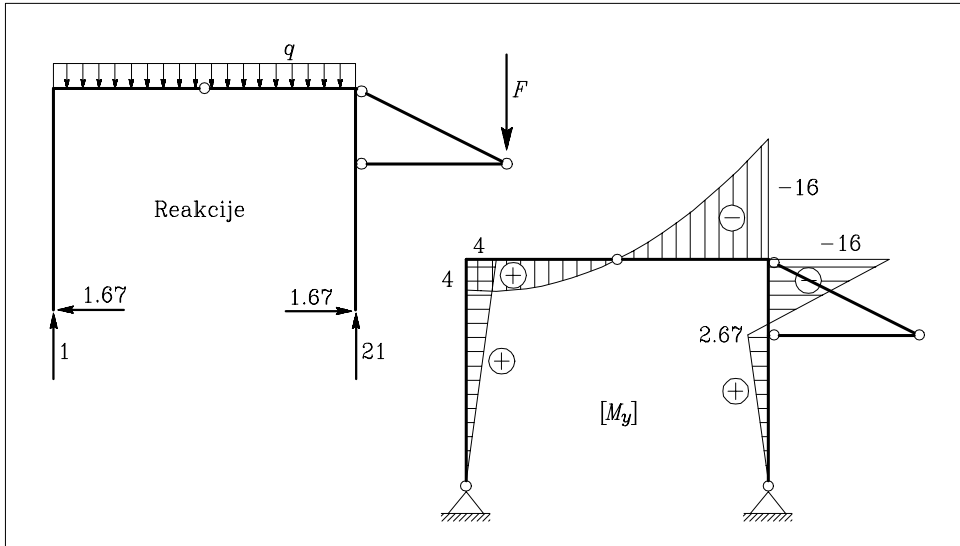
Rešitev: Težišče nagnjenega trikotnika mora biti na sredini med obema možakoma. Sledi, da morata biti kateti enako dolgi: $a/b = 1$.

2. naloga

Izračunaj upogibne momente v okvirju $ACDB$ in osni sili v palicah DF in EF ! Skiciraj diagram upogibnih momentov!

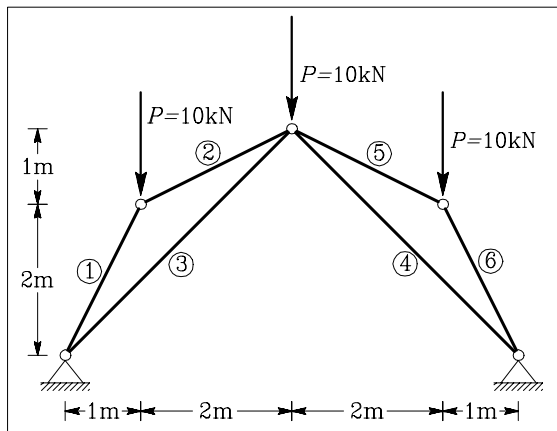


Rešitev: Osni sili v palicah sta $N_{EF} = -20$ kN in $N_{DF} = 22.36$ kN. Ti sili predstavljata točkovno obtežbo na tričlenski okvir ACB . Reakcije v podporah in diagram upogibnih momentov v tričlenskem okvirju so prikazani na naslednji sliki.



3. naloga

Izračunaj osne sile v palicah 1, 2 in 3! Brez računa določi še sile v palicah 4, 5 in 6!



Rešitev: Osne sile v prvih treh palicah so:

$$N_1 = -14.91 \text{ kN},$$

$$N_2 = -7.45 \text{ kN},$$

$$N_3 = -2.36 \text{ kN}.$$

Zaradi simetrije konstrukcije in obtežbe velja:

$$N_6 = N_1 = -14.91 \text{ kN},$$

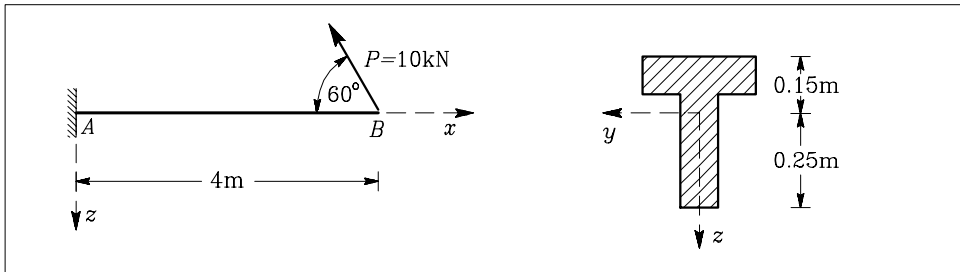
$$N_5 = N_2 = -7.45 \text{ kN},$$

$$N_4 = N_3 = -2.36 \text{ kN}.$$

4. naloga

Konzolni nosilec s prikazanim prečnim prerezom je obtežen s točkovno silo v točki B . Določi normalne napetosti σ_{xx} na zgornjem in spodnjem robu nosilca v prerezu A ! Ploščina prereza je $A_x = 0.06 \text{ m}^2$, vztrajnostni moment je $I_y = 0.00085 \text{ m}^4$. Normalne napetosti po prerezu računamo z enačbo

$$\sigma_{xx} = \frac{N_x}{A_x} + \frac{M_y}{I_y} z.$$



Rešitev: Očna sila v prerezu A je $N_x = -5 \text{ kN}$,
upogibni moment pa je $M_x = 34.64 \text{ kNm}$.

Normalna napetost na zgornjem robu je $\sigma_{xx}^{\text{zg}} = -6196 \text{ kN/m}^2$,
napetost na spodnjem robu pa je $\sigma_{xx}^{\text{sp}} = 10105 \text{ kN/m}^2$.

Naloge s sklepnega tekmovanja

1. naloga

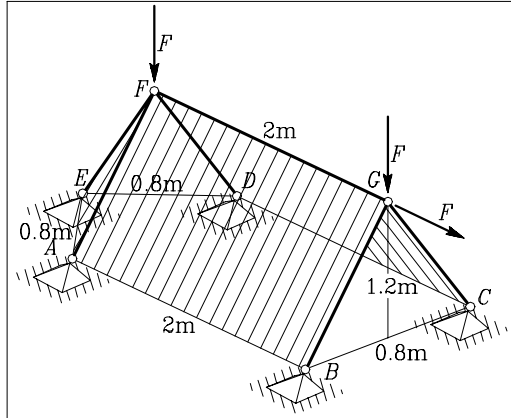
Nosilna konstrukcija šotora na sliki je prostorsko paličje. Izračunaj osne sile v vseh šestih palicah:

$$F = 0.2 \text{ kN},$$

$$\overline{AB} = \overline{CD} = 2 \text{ m},$$

$$\overline{BC} = \overline{AD} = 0.4 \overline{AB}.$$

Točki G in F sta $0.6 \cdot \overline{AB}$ nad točkami A, B, C, D in E , ki vse ležijo v vodoravni ravnini. Točke A, D in E tvorijo enakostranični trikotnik. Ravnini, ki ju določajo točke B, C in G ter A, D in F , sta navpični.



Rešitev: Osne sile v palicah so:

$$N_{GC} = N_{GB} = -0.105 \text{ kN},$$

$$N_{GF} = 0.2 \text{ kN},$$

$$N_{FE} = 0.4 \text{ kN},$$

$$N_{FA} = N_{FD} = -0.288 \text{ kN}.$$

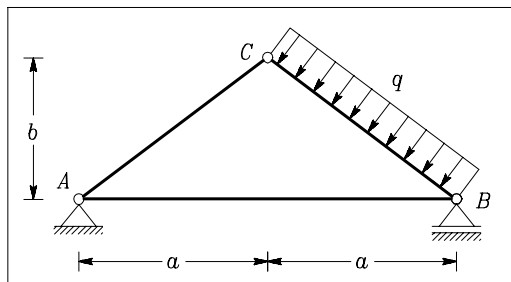
2. naloga

Izračunaj notranje sile (osna sila, prečna sila in upogibni moment) v prikazani konstrukciji in nariši diagrame notranjih sil:

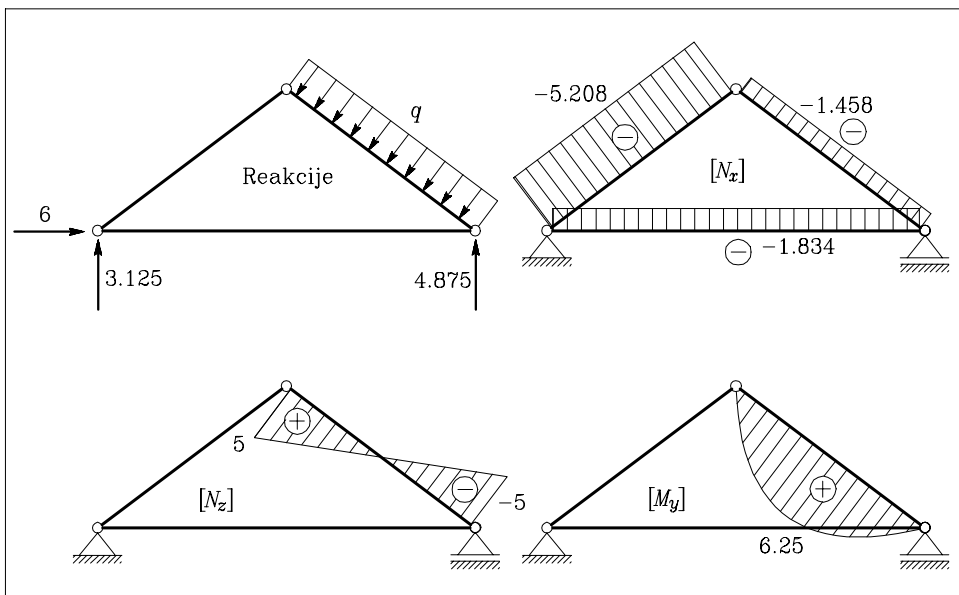
$$a = 4 \text{ m},$$

$$b = 3 \text{ m},$$

$$q = 2 \text{ kN/m}.$$



Rešitev: Reakcije in diagrame notranjih sil prikazujemo na naslednji sliki.

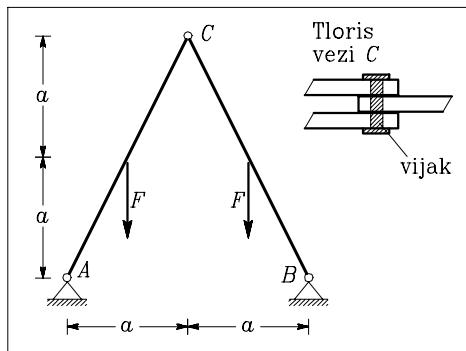


3. naloga

Izračunaj največjo strižno napetost v vijaku, s katerim sta povezana nosilca AC in BC. Največjo strižno napetost v vijaku (prerez vijaka je okrogel) izračunamo z enačbo

$$\tau_{max} = \frac{4 Q}{3 \pi R^2}.$$

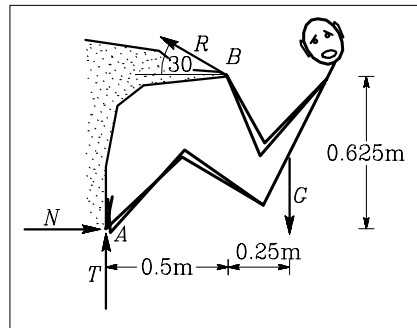
Q je prečna sila, s katero je obremenjen vijak, $R = 1$ cm je polmer prečnega prereza vijaka. Sila $F = 5$ kN in razdalja $a = 1$ m.



Rešitev: Sila v vezi (členku) C je $F_C = F/4 = 1.25$ kN. Vijak prevzame silo v dveh strižnih ploskvah, zato je $Q = F_C/2 = 0.625$ kN. Največja strižna napetost v vijaku je $\tau_{max} = 0.265$ kN/cm².

4. naloga

Plezalec bi rad priplezal na vrh plezalne smeri. Nanj delujejo naslednje sile: teža G , sila v rokah R , normalna sila podlage na noge N ter sila trenja na stopala T . Sile delujejo na plezalca tako, kot so prikazane na sliki. Če plezalec miruje, je sila trenja $|T| \leq k_l |N|$, kjer je k_l koeficient trenja (oziroma lepenja). Ugotovi, s kolikšno silo se mora držati z rokami (velikost sile R). Ugotovi še najmanjši koeficient lepenja k_l , da plezalcu ne spodrsne. Sila G je tvoja lastna teža.



Rešitev: Sila v rokah je $R = 0.9478 G$.

Normalna sila na podlago je $N = 0.8209 G$.

Sila trenja je $T = 0.5261 G$.

Najmanjši koeficient lepenja, ki še omogoča tako lega plezalca, je $k_l = 0.641$.