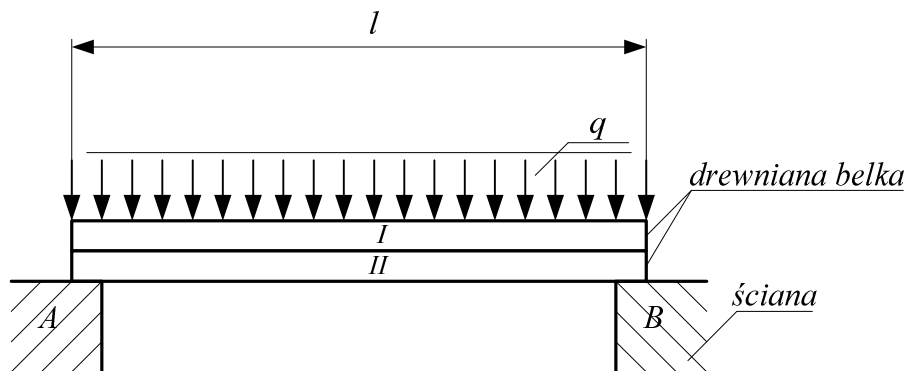


# XLIV OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ

## Zawody III stopnia

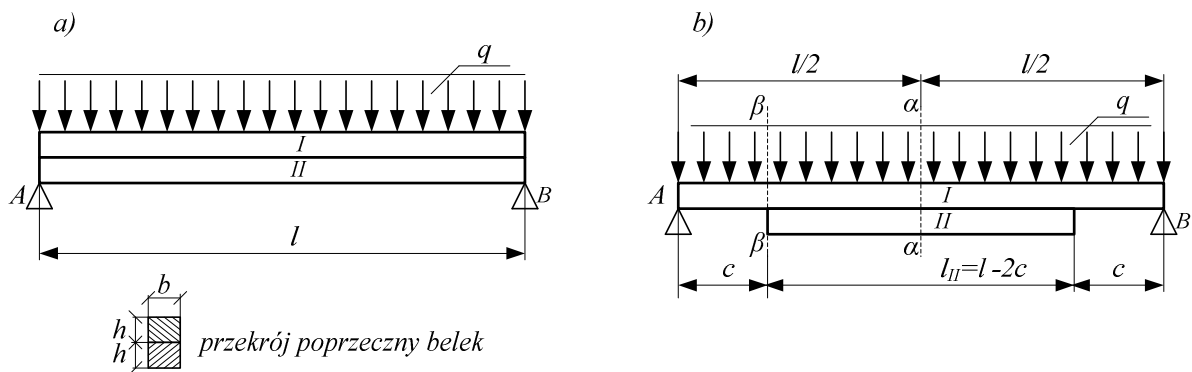
### Zadania dla grupy mechaniczno-budowlanej

#### Zadanie 1



Rys.1. Belka dwuwarstwowa

Podczas pewnej budowy zaistniała potrzeba zastosowania drewnianej belki swobodnie podpartej na dwóch sąsiednich pionowych ścianach, która miała przenosić obciążenie równomiernie rozłożone  $q$  (rys 1.). Belka należało wykonać jako dwuwarstwową, złożoną z belek o przekroju prostokątnym  $b \times h$  (rys. 2a).



Rys.2. Belka dwuwarstwowa przed i po modyfikacji

---

Organizatorem OWT jest Federacja Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT.  
Olimpiada jest finansowana ze środków MEN.

Obie części belki (górną –  $I$  i dolną –  $II$ ) miały być ze sobą zespolone w sposób trwały, bez poślizgu w ich płaszczyźnie stykowej. Młody inżynier doszedł jednak do wniosku, że skoro na długości belki momenty zginające mają zmienną wartość – największe są w strefie środka rozpiętości, mniejsze w strefach przypodporowych, a nad samymi podporami osiągają wartości zerowe, to belka  $II$  warstwy dolnej (rys.2b) nie musi mieć tej samej długości, co belka  $I$  warstwy górnej. W ten sposób część materiału belki dolnej można zaoszczędzić. Postanowił udowodnić to obliczeniowo, przyjmując dodatkowo warunek, że wartość naprężeń  $\sigma$  w przekroju ( $\beta - \beta$ ), w którym belka dwuwarstwowa staje się belką jednowarstwową, będzie taka sama jak naprężenia  $\sigma_{max}$  w środku (przekrój  $\alpha - \alpha$ ) rozpiętości belki dwuwarstwowej.

Wyznacz długość belki dolnej  $l_{II} = l - 2c$ , która spełnia przedstawiony wyżej warunek.

Dane: długość podporowa belki  $l = 4,0$  m, szerokość obu belek  $b = 0,08$  m każda, wysokość obu belek  $h = 0,1$  m każda. Wartość obciążenia  $q$  nie jest potrzebna do rozwiązania zadania.

Ciężar własny drewnianych belek można pominąć.

Autor: Wojciech Radomski

Koreferent: Jacek Bzowski

## Zadanie 2

Pawilon sklepowy ma szerokość  $S$ , długość  $B$  i wysokość  $H$ . Ściany pawilonu wykonane są z betonu ocieplonego wełną mineralną i tynku mineralnego. Grubość betonu wynosi  $g_b$ , łączna grubość tynku wynosi  $g_t$ , a wełny mineralnej  $g_{wm}$ . W każdej z dłuższych ścian znajduje się  $I_{ok}$  okien, a po jednym oknie jest w ścianach krótszych. Okna mają współczynnik przenikania ciepła  $U_{ok}$  i wymiary  $S_{ok} \times H_{ok}$ . Drzwi do pawilonu o wymiarach  $S_d \times H_d$  o współczynniku przenikania ciepła  $U_{dr}$  znajdują się w jednej dłuższej i jednej krótszej ścianie. Współczynnik przenikania ciepła stropu wynosi  $U_{str}$ . Strata ciepła do gruntu równa jest połowie straty ciepła przez strop. Temperatura wewnątrz pomieszczenia wynosi  $t_w$ , a na zewnątrz  $t_z$ . W pomieszczeniu pracuje piec węglowy o sprawności  $\eta_w$ .

W pawilonie przeprowadzono remont, w ramach którego zamieniono piec węglowy na kocioł gazowy o sprawności  $\eta_g$  oraz jedną z dłuższych ścian betonowych zastąpiono płytą ze szkła modyfikowanego o współczynniku przenikania ciepła  $U_{sp}$ .

Obliczyć

- a) Ilość spalanego węgla kamiennego przed remontem oraz ilość wydzielanego podczas procesu spalania dwutlenku węgla, jeżeli wartość opałowa paliwa wynosi  $W_{uw}$ , a zawartość czystego węgla w paliwie wynosi  $g_1$ .
- b) Ilość spalanego paliwa, po wymianie pieca na kocioł gazowy, ale przed wymianą ściany oraz ilość wydzielanego w tym wypadku dwutlenku węgla, jeżeli wartość opałowa gazu wynosi  $W_{ug}$  i jeżeli składnikami paliwa zawierającymi węgiel są metan  $\text{CH}_4$  (objętościowo  $r_{\text{CH}_4}$ ) i etan  $\text{C}_2\text{H}_6$  (objętościowo  $r_{\text{C}_2\text{H}_6}$ ).
- c) Procentowy przyrost zużycia energii potrzebnej do utrzymania w pomieszczeniu poprzedniego komfortu cieplnego po zastąpieniu ściany betonowej przez płytę ze szkła modyfikowanego.

Skomentować wyniki uzyskane w powyższych punktach.

Dane cieplne:

a) pawilonu

temperatury:	$t_w = 20^\circ\text{C}, t_z = -20^\circ\text{C}.$
współczynniki przewodzenia ciepła:	$\lambda_b = 0,675 \text{ W}/(\text{m K}),$ $\lambda_t = 0,8 \text{ W}/(\text{m K}),$ $\lambda_{wm} = 0,063 \text{ W}/(\text{m K}).$
współczynniki przyjmowania ciepła:	wewnątrz $h_w = 8 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}),$ na zewnątrz $h_z = 25 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}),$
współczynniki przenikania ciepła:	okien $U_{ok} = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}),$ szklanej płyty $U_{sp} = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}),$ drzwi $U_{dr} = 2,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}),$ stropu $U_{str} = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}).$

b) paliwa

wartość opałowa węgla  $W_{uw} = 25 \text{ MJ/kg}$ ,  $\eta_w = 0,5$ ,  $g_1 = 0,67$ .

wartość opałowa gazu opałowego  $W_{ug} = 32 \text{ MJ/m}^3$ ,  $\eta_g = 0,95$ ,  
 $r_{\text{CH}_4} = 0,94$ ,  $r_{\text{C}_2\text{H}_6} = 0,03$ .

Dane geometryczne:

$S = 10 \text{ m}$ ,  $B = 30 \text{ m}$ ,  $H = 3 \text{ m}$ ,  $S_{ok} = 0,8 \text{ m}$ ,  $H_{ok} = 1,5 \text{ m}$ ,  $S_d = 4 \text{ m}$ ,  $H_d = 2 \text{ m}$ ,  
 $g_b = 0,25 \text{ m}$ ,  $g_t = 0,03 \text{ m}$ ,  $g_{wm} = 0,15 \text{ m}$ ,  $I_{ok} = 6$ .

Autor: Jacek Bzowski  
Koreferent: Maciej Jaworski

### Zadanie 3

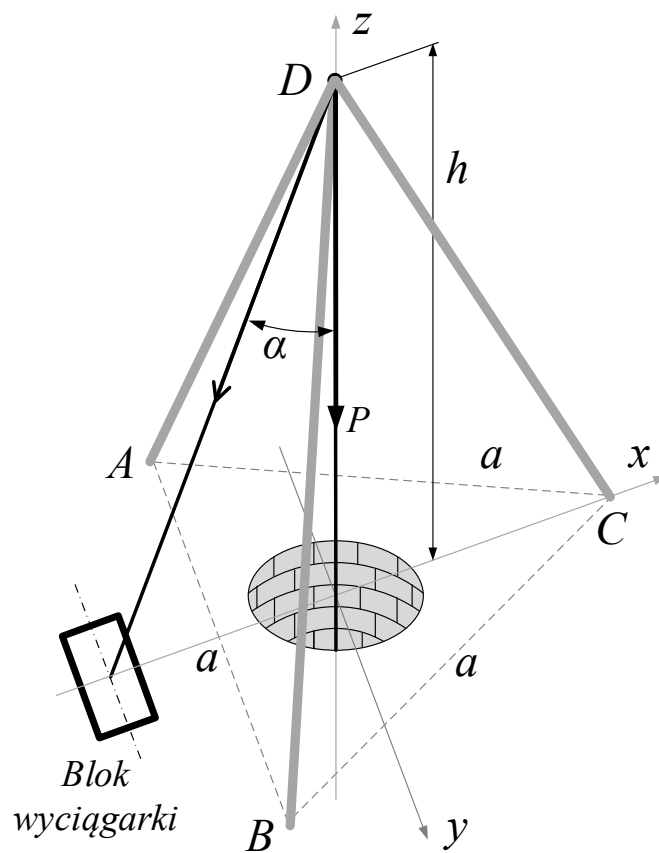
W celu wydobycia ze studni masy o ciężarze  $P$  ustawiono nad nią trójnóg  $ABCD$  jak na rys.1. Podstawę trójnoga stanowi trójkąt równoboczny  $ABC$  o długości krawędzi  $a$ .

Punkt  $D$  znajduje się na wysokości  $h$ . Ciężar wyciągany jest przy pomocy liny przerzuconej przez blok zawieszony w punkcie  $D$  i poprowadzonej do wyciągarki  $E$ . Blok wyciągarki znajduje się w płaszczyźnie wyznaczonej punktami  $C$ ,  $D$  i połową odcinka  $AB$ . Lina pomiędzy punktami  $D$  i  $E$  tworzy z linią pionu kąt  $\alpha$ .

Obliczyć:

1. siły działające w belkach  $AD$ ,  $BD$  i  $CD$ .
2. kąt  $\alpha$ , przy którym trójnóg może przestać być stabilnym.

Dane:  $P = 10000 \text{ N}$ ,  $a = 3 \text{ m}$ ,  $h = 3 \text{ m}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ .



Rys.1. Trójnóg wyciągarki

Autor: Jacek Bzowski  
 Koreferent: Maciej Jaworski