

# XL OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ

## Zawody III stopnia

### Zadania dla grupy mechaniczno-budowlanej

#### Zadanie 1

Dwustopniowa sprężarka bez przestrzeni szkodliwej zasysa  $\dot{V}_1 \text{ m}^3$  powietrza atmosferycznego na godzinę. Temperatura powietrza na wlocie wynosi  $t_1$ , a ciśnienie  $p_1$ . Na wylocie ciśnienie wynosi  $p_2$ .

Ciśnienie powietrza po I stopniu  $p_m$  równe ciśnieniu wlotowemu na II stopień zostało tak dobrane, aby teoretyczne moce napędu obu stopni była sobie równe przy temperaturze powietrza przed II stopniem równej  $t_1$ . Obroty sprężarki wynoszą  $n$ , a skok tłoków  $s$ .

Obliczyć

1. Teoretyczną moc napędu sprężarki, jeżeli sprężanie odbywa się politropowo przy wykładniku  $z$ .
2. Ilość wody chłodzącej płaszcze obu stopni sprężarki oraz chłodnicę międzystopniową, jeżeli w obu przypadkach przyrosty jej temperatury wynoszą  $\Delta t_w$  (trzy strumienie wody, o tej samej temperaturze początkowej)
3. Średnice cylindrów I i II stopnia.

Powietrze potraktować jak gaz doskonały. W czasie przemiany politropowej związek między parametrami stanu jest określony zależnością:

$$\frac{p_1}{p_2} = \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^z = \left( \frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{z}{z-1}}$$

Ciepło właściwe w czasie przemiany politropowej jest określone wzorem:

$$c = c_v \frac{z - k}{z - 1}; \quad c_v = \frac{R}{k - 1}; \quad c_p = \frac{k R}{k - 1}.$$

---

Patronem honorowym OWT jest Minister Gospodarki.  
Organizatorem OWT jest Federacja Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT.  
Olimpiada jest finansowana ze środków MEN.

Jednostkowa praca napędowa urządzeń przepływowych (np. sprężarek) w przypadku, kiedy czynnik podlega przemianie politropowej, jest wyznaczana z zależności:

$$l = \frac{z}{z-1} R (T_2 - T_1) .$$

Dane:

$\dot{V} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $t_1 = 10^\circ\text{C}$ ;  $p_1 = 1 \text{ bar}$ ;  $p_2 = 36 \text{ bar}$ ;  $n = 300 \text{ obr}/\text{min}$ ;  $s = 0,2 \text{ m}$ ;  $z = 1,2$ ;  
 $\Delta t_w = 30^\circ\text{C}$ ; ciepło właściwe wody  $c_w = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg K})$ ; wykładnik adiabaty dla powietrza  $k = 1,4$ ; stała gazowa dla powietrza  $R = 287 \text{ J}/(\text{kg K})$ .

Autor: Jacek Bzowski  
Koreferent: Maciej Jaworski

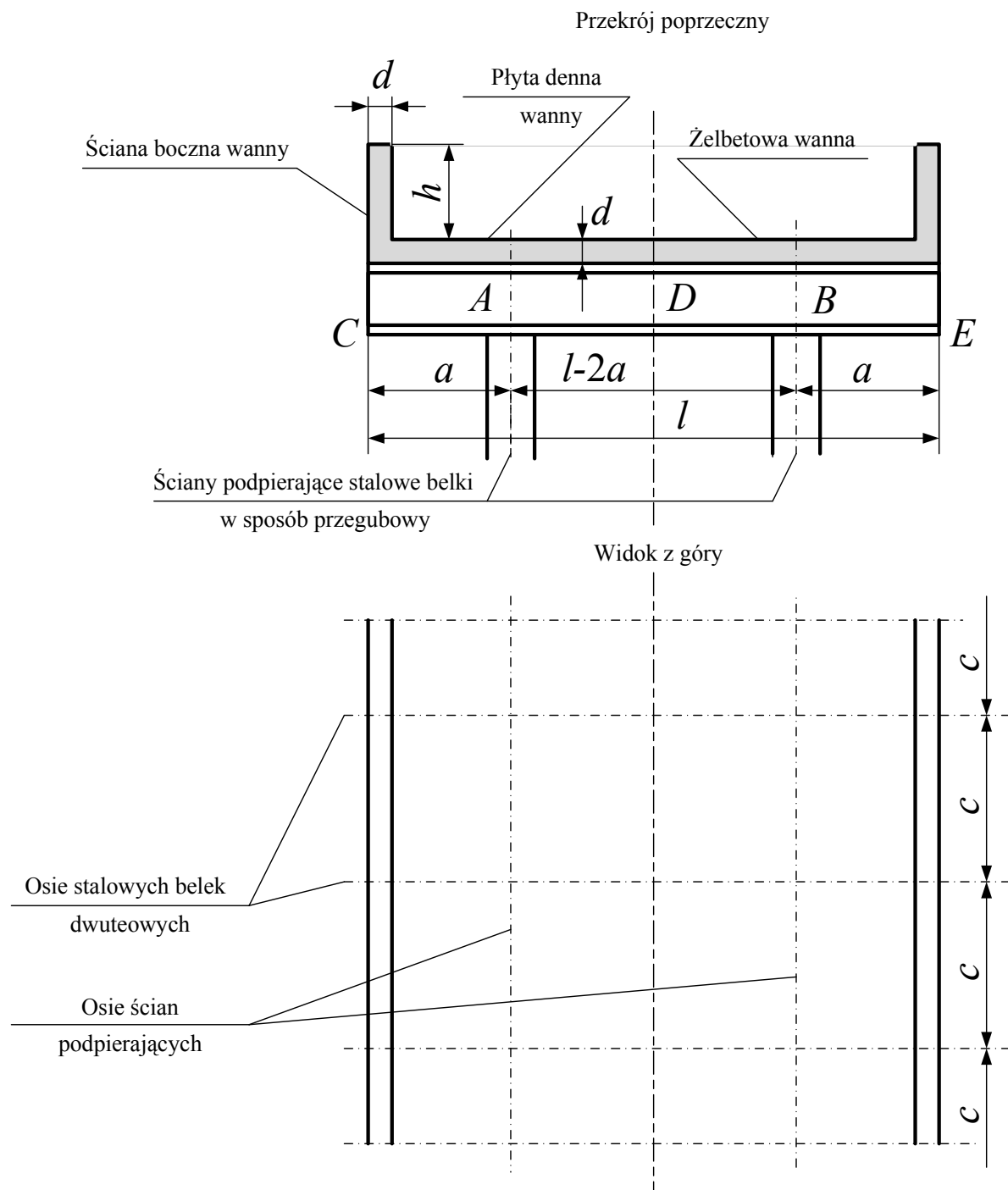
## Zadanie 2

Fragmentem pewnego modernizowanego budynku jest konstrukcja przedstawiona na rys.1. Konstrukcję tę tworzą dwuteowe belki stalowe rozstawione w kierunku wzdłużnym w równym odstępach  $c$ . Na belkach tych spoczywa żelbetowa płyta ze ścianami bocznymi, stanowiąca podłużną wannę o kształcie i wymiarach pokazanych również na rys.1.

Dwuteowe belki mają całkowitą długość  $l$  i są belkami dwuwspornikowymi, podpartymi na ścianach o osiowym rozstawie  $l - 2a$ ,  $a$  jest długością jednego wspornika (rys.1). Jaki powinien być rozstaw tych ścian, aby momenty zginające w dwuteowych belkach stalowych, występujące w przekrojach podporowych  $A$  i  $B$  były pod względem wartości bezwzględnej równe maksymalnemu momentowi przeszłowemu w przekroju środkowym  $D$ ? Ma to znaczenie ze względu na ekonomię projektowania.

Wskazówki:

1. Ciężar własny stalowych belek można pominąć.
2. Należy wyznaczyć działające na belki obciążenie równomiernie rozłożone  $g$  od ciężaru żelbetowej płyty dennej wanny oraz siły skupione  $P$ , pochodzące od ciężaru ścian bocznych wanny. Ze względu na stosunkowo niewielką grubość tych ścian, siły  $P$  można umieścić na końcu wsporników belek stalowych.
3. Rozpatrywany układ konstrukcyjny jest symetryczny – wystarczy analizować tylko jego połowę.
4. Podparcie belki na ścianach należy traktować jako przegubowe – dwuwspornikowa belka jest swobodnie podparta.



Rys.1

Dane liczbowe:

osiowy rozstaw belek stalowych  $c = 3$  m; długość belek stalowych  $l = 6$  m; grubość płyty dennej i ścian bocznych żelbetowej wanny  $d = 0,1$  m; wysokość ścian bocznych wanny  $h = 1,5$  m; ciężar własny żelbetu  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ .

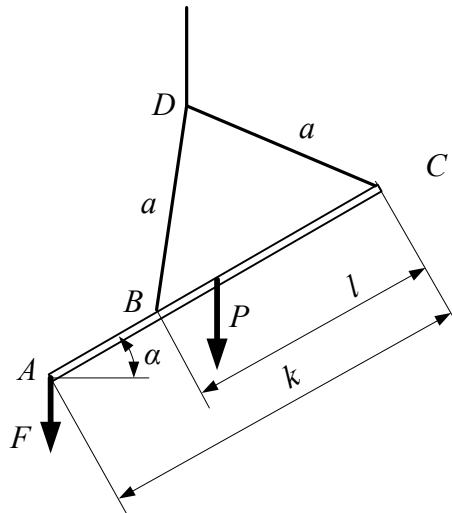
Autor: Wojciech Radomski  
Koreferent: Jacek Bzowski

### Zadanie 3

Na dwóch zaczepionych w jednym miejscu ( $D$ ) sznurach o długości  $a$  zawieszona jest zgodnie z rysunkiem belka o ciężarze  $P$ . Belka zaczepiona jest z jednego końca ( $C$ ) oraz z drugiej strony ( $B$ ) w odległości  $l$  od niego. Całkowita długość belki wynosi  $k$ . Na swobodnym końcu belki ( $A$ ) zawieszono ciężar  $F$ . Obliczyć kąt jaki belka tworzy z poziomem oraz siły działające w obu sznurach. Skomentować uzyskane rozwiązanie, wykonać rysunek odpowiadający otrzymanym wynikom.

Dane:

$a = 3 \text{ m}$ ;  $k = 6 \text{ m}$ ;  $l = 5 \text{ m}$ ;  $P = 2000 \text{ N}$ ;  $F = 700 \text{ N}$ .



Autor: Jacek Bzowski  
Koreferent: Maciej Jaworski