EGZAMIN MK (MK3) KB studia mgr stacj. dnia 29 VI 2016 r.

<table>
<tr><td colspan="3">NAZWISKO Imię</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nr albumu</td><td>Ocena z ćwiczeń projektowych</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ocena
zadania 1</td><td rowspan="2">ocena
zadania 2</td><td>Ocena z egzaminu po ustnym</td></tr>
<tr><td>Ocena łączna, data, podpis</td></tr>
</table>

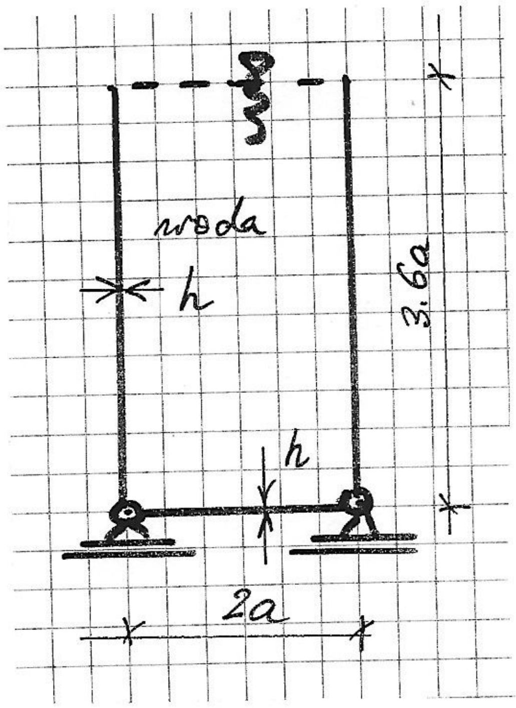
Zadanie 1.

Rozważamy pręt o długości l=2 m, o profilu dwuteowym I 180 (J_y= 1350 cm^4, J_z= 114 cm^4) , podparty widełkowo na obu koncach i na obu końcach obciążony momentem skręcajacym M_s. Przyjąć E=210GPa, współczynnik Poissona = 0.3. Znaleźć wartość krytyczną momentu, której towarzyszy utrata stateczności skręcania.

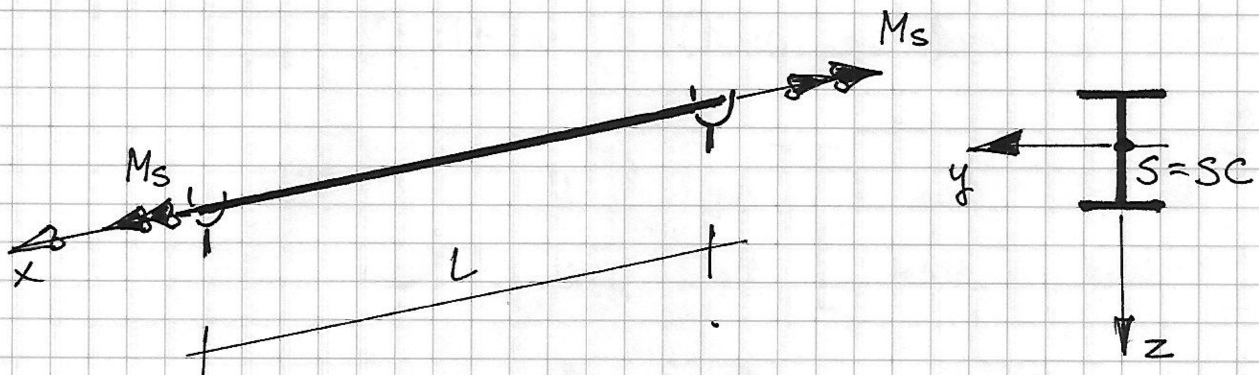
Zadanie 2.

Możliwie dokładnie omówić kolejne kroki analizy statycznej zbiornika z dnem w kształcie płyty kołowej; obciążenie: woda; w obliczeniach podatności przyjąć, że walec jest długi.

Dane: E, ν.



Zadanie 1 Problem #1



Równania wyboczenia / Buckling equations

1) $GJ_s \theta' - E_1 J_\omega \theta''' = M_s$ $\qquad f' = \frac{1}{L}\frac{df}{d\xi}$, $\xi = \frac{x}{L}$

2) $-E_1 J_y w'' = -M_s v'$ $\qquad$ etc.

3) $E_1 J_z v'' = -M_s w'$

Niech / Let $\qquad \alpha^2 = \frac{M_s^2 L^2}{E_1 J_y E_1 J_z}$

$$v(\xi) = A_1 \sin(\alpha\xi) + B_1 \cos(\alpha\xi) + C_1$$
$$w(\xi) = A_2 \sin(\alpha\xi) + B_2 \cos(\alpha\xi) + C_2$$

Na podstawie równań 2), 3) ustalamy, że:
From 2), 3) we determine:

$$A_2 = B_1 \frac{\beta}{\alpha} \qquad B_2 = -A_1 \frac{\beta}{\alpha}$$
$$\beta = \frac{M_s L}{E_1 J_y}$$

Stąd / Hence

$$v(\xi) = A_1 \sin(\alpha\xi) + B_1 \cos(\alpha\xi) + C_1$$
$$w(\xi) = B_1 \frac{\beta}{\alpha} \sin(\alpha\xi) - A_1 \frac{\beta}{\alpha} \cos(\alpha\xi) + C_2$$

Wykorzystujemy warunek brzegowy $v(0)=0$, $w(0)=0$
We use the boundary condition $v(0)=0$, $w(0)=0$ $\rightarrow$ $C_1 = -B_1$, $C_2 = A_1 \frac{\beta}{\alpha}$

Stąd / Hence

$$v(\xi) = A_1 \sin(\alpha\xi) + B_1 [\cos(\alpha\xi) - 1]$$
$$w(\xi) = A_1 \frac{\beta}{\alpha} [1 - \cos(\alpha\xi)] + B_1 \frac{\beta}{\alpha} \sin(\alpha\xi)$$

Wykorzystujemy warunek brzegowy $v(1)=0$, $w(1)=0$
We use the boundary condition $v(1)=0$, $w(1)=0$
Stąd / Hence

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \sin\alpha & \cos\alpha - 1 \\ 1-\cos\alpha & \sin\alpha \end{bmatrix}}_{\mathbf{C}(\alpha)} \underbrace{\begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \end{bmatrix}}_{\mathbf{A}} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}}_{\mathbf{0}}$$

Z warunku $\det \mathbf{C}(\alpha) = 0$ otrzymujemy
From $\det \mathbf{C}(\alpha) = 0$ we get

$$\cos\alpha = 1 \longrightarrow \alpha = 2\pi$$

Stąd / Hence

$$M_S^{kryt} = \frac{2\pi}{l} E_1 \sqrt{J_y J_z}$$

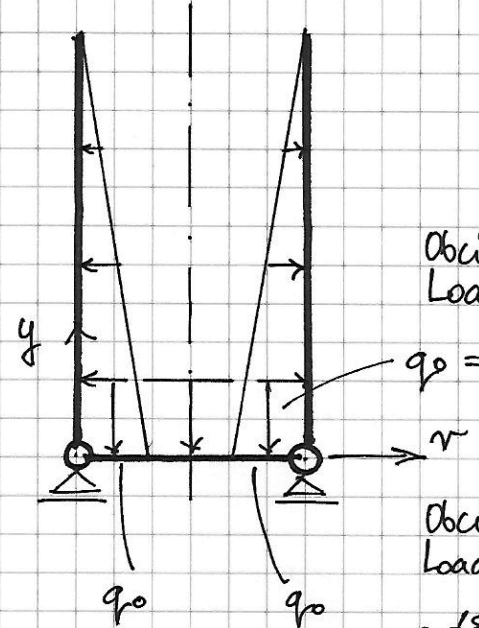
$$M_S^{kryt} = 2840 \text{ kNm}$$

Zadanie 2 Problem #2

1) Obciążenie / Loading

$$\xi = \frac{y}{3{,}6a}$$

$$\rho = \frac{r}{a}$$



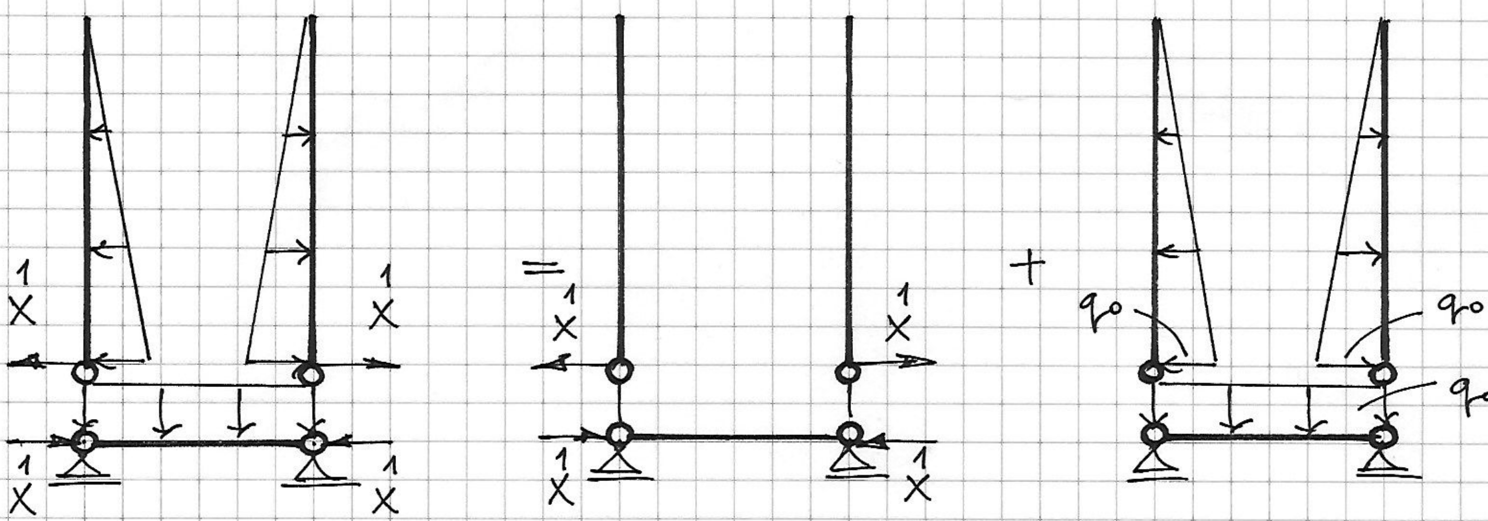
Obciążenie płyty
Loading of the plate

$q_o = \text{const}$

Obciążenie powłoki
Loading of the shell

$$q_z(\xi) = -q_o(1-\xi)$$

2) Schemat zastępczy / The primary structure



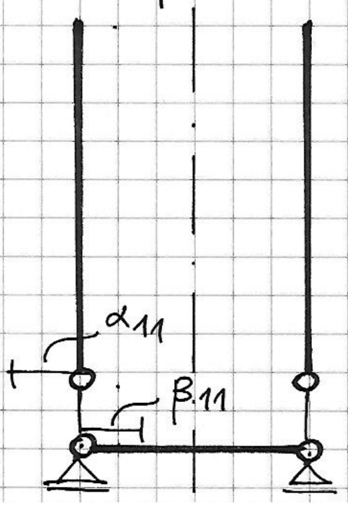
3) Obliczenie X_1 z równania
Calculation of X_1 from

$$\delta_{11}\overset{1}{X} + \delta_{10} = 0$$

where

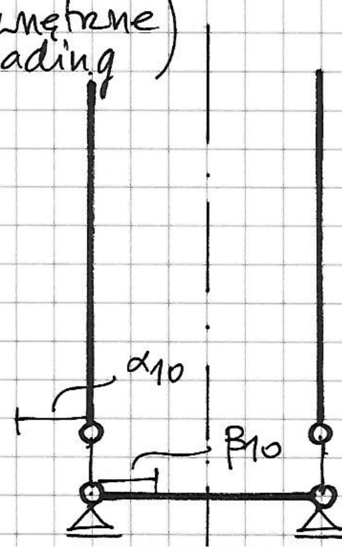
$X_1 = 1$

Stan "0" / The 0-th state
(obciążenie zewnętrzne
the given loading)



$$\delta_{11} = \alpha_{11} + \beta_{11}$$

$$\delta_{10} = \alpha_{10} + \beta_{10}$$



Niech / Let

$\overset{1}{w} = \overset{1}{w}(\xi)$ – funkcja ugięcia płaszcza powłoki w stanie $X_1=1$
deflection function of the shell body for $X_1=1$

$\overset{1}{u} = \overset{1}{u}(\xi)$ – funkcja przemieszczenia tarczy w stanie $X_1=1$
displacement function of the plate for $X_1=1$

Wtedy / Hence $\quad \alpha_{11} = \overset{1}{w}(0) \quad , \quad \beta_{11} = \overset{1}{u}(1)$

Niech / Let

$\overset{\circ}{w} = \overset{\circ}{w}(\xi)$ – funkcja ugięcia płaszcza powłoki w stanie "0"
deflection function of the shell body for 0-th state

Wtedy / Hence $\quad \alpha_{10} = \overset{\circ}{w}(0) \quad , \quad \beta_{10} = 0$

4) Siły wewnętrzne w konstrukcji oblicza się korzystając z zasady superpozycji.
The internal forces are calculated using the superposition principle.