

NAZWISKO Imię		
Nr albumu		Ocena z ćwiczeń projektowych
ocena zadania 1	ocena zadania 2	Ocena z egzaminu po ustnym
		Ocena łączna, data, podpis

Początek: 17.00. Do 17.50 należy opracować zadanie a do 18.00 przesłać rozwiązanie pod TEAMS.

Na Kartce z rozwiązaniem proszę wyraźnie napisać:

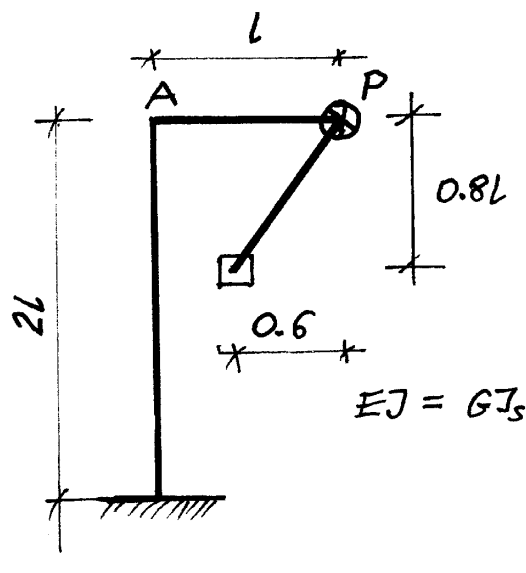
Oświadczam, że niniejsza praca stanowiąca podstawę do osiągnięcia efektów uczenia się z przedmiotu Mechanika Konstrukcji 3 KB została wykonana przeze mnie samodzielnie

Imię i nazwisko (czytelnie)

Nr albumu (czytelnie)

Zadanie 1. Dany jest ruszt o węzłach sztywnych obciążony siłą skupioną P, por. rysunek. Znaleźć

- wykres momentów zginających
- wykres momentów skręcających
- przemieszczenie węzła A



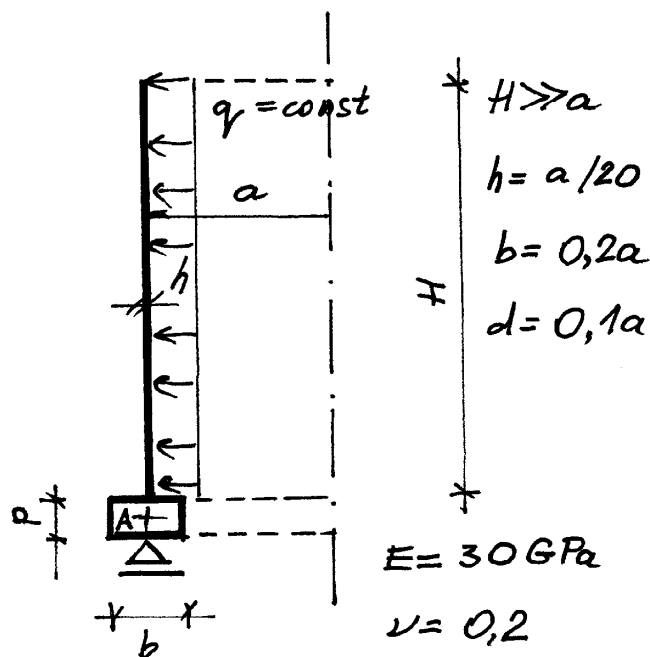
NAZWISKO Imię		
Nr albumu		Ocena z ćwiczeń projektowych
ocena zadania 1	ocena zadania 2	Ocena z egzaminu po ustnym
		Ocena łączna, data, podpis

Początek: 18.00. Do 18.50 należy opracować to zadanie a do 19.00 przestać rozwiązywanie pod TEAMS
Na Kartce z rozwiązaniem proszę wyraźnie napisać:

Oświadczam, że niniejsza praca stanowiąca podstawę do osiągnięcia efektów uczenia się z przedmiotu
Mechanika Konstrukcji 3 KB została wykonana przeze mnie samodzielnie
Imię i nazwisko (czytelnie)
Nr albumu (czytelnie)

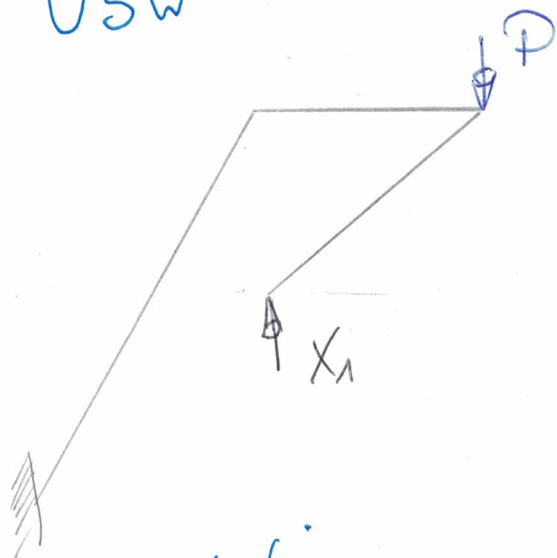
Zadanie 2.

Dany jest zbiornik walcowy wzmocniony pierścieniem, obciążony jak na rysunku. Sporządzić wykresy:
momentu zginającego wzdłuż tworzącej walca
siły obwodowej w powłoce walcowej
momentu zginającego w pierścieniu
oraz znaleźć przemieszczenie poziome u_A środka ciężkości pierścienia



ZADANIE 1

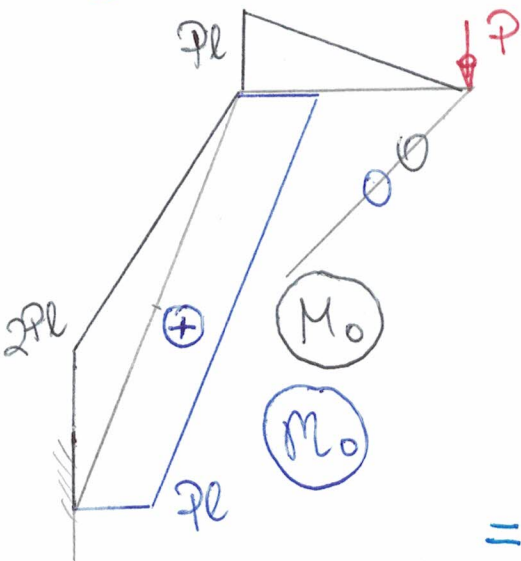
USW



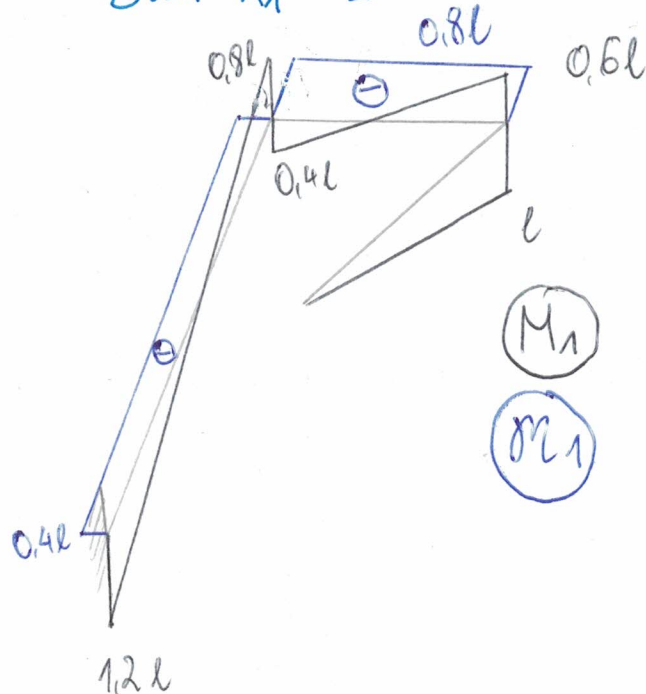
n-nie zgodności
 $\delta_{11} X_1 + \delta_{10} = 0$

$$X_1 = - \frac{\delta_{10}}{\delta_{11}}$$

Stan "0"



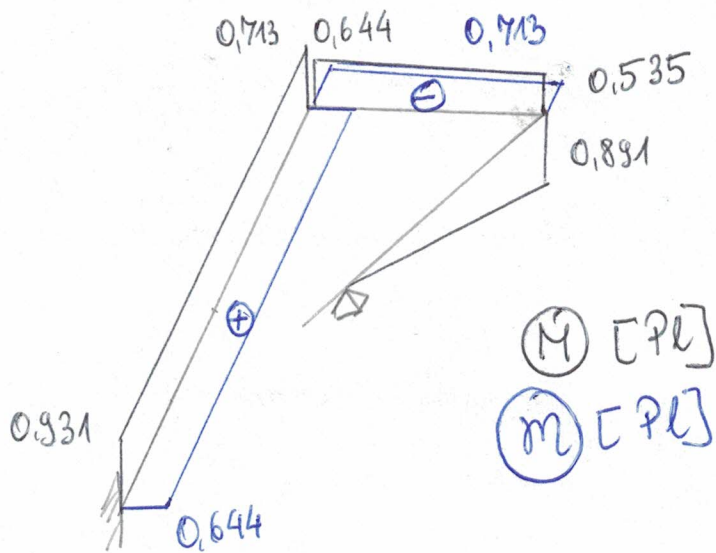
Stan $X_1 = 1$



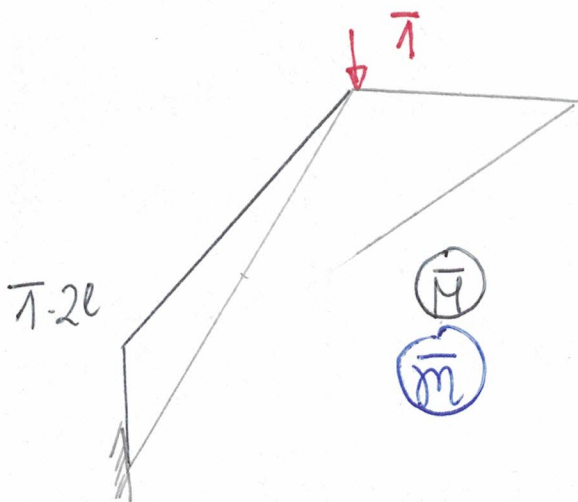
$$\begin{aligned} \delta_{11} &= \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{3} l^3 + \frac{1}{3} (0.6l)^3 + \right. \\ &+ \frac{1}{3} (0.4l)^3 + \frac{1}{3} (0.8l)^3 + \frac{1}{2} (1.2l)^2 + \\ &+ 0.8l \cdot l \cdot 0.8l + 0.4l \cdot l \cdot 0.4l \left. \right] = \\ &= 2.1333 \frac{l^3}{EI} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{10} &= \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} Pl \cdot l \cdot \left(-\frac{2}{3} 0.4l + \frac{1}{3} 0.6l \right) + \right. \\ &+ \frac{1}{2} 2Pl \cdot 2l \cdot \left(-\frac{2}{3} 1.2l + \frac{1}{3} 0.8l \right) + Pl \cdot 2l \cdot (-0.4l) \left. \right] = \\ &= -1.9 \frac{Pl^3}{EI} \end{aligned}$$

$$X_1 = - \frac{\delta_{10}}{\delta_{11}} = 0.891 P$$

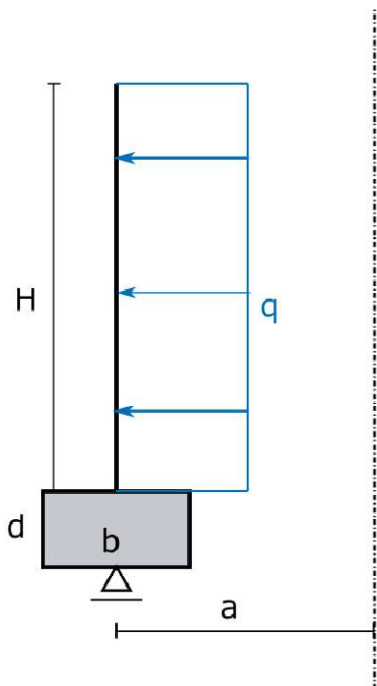


Przemieszczenie punktu A



$$w_A = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} 2l \cdot 2l \cdot \left(\frac{2}{3} 0.931 Pl + \frac{1}{3} 0.713 Pl \right) \right] = 1.717 \frac{Pl^3}{EI}$$

Zadanie 2



Dane

$$b \rightarrow 0.2 a$$

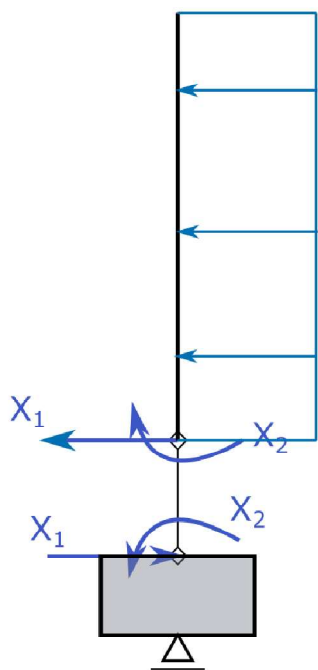
$$d \rightarrow 0.1 a$$

$$EE \rightarrow 30\,000\,000\,000$$

$$\nu \rightarrow 0.2$$

$$h \rightarrow \frac{a}{20}$$

Schemat zastępczy



Równania nierozdzielności

$$\delta_{11} X_1 + \delta_{12} X_2 + \delta_{10} = 0$$

$$\delta_{21} X_1 + \delta_{22} X_2 + \delta_{20} = 0, \text{ gdzie:}$$

$$\delta_{11} = \delta_{11w} + \delta_{11p}$$

$$\delta_{12} = \delta_{12w}$$

$$\delta_{22} = \delta_{22w} + \delta_{22p}$$

$$\delta_{10} = \delta_{10w}$$

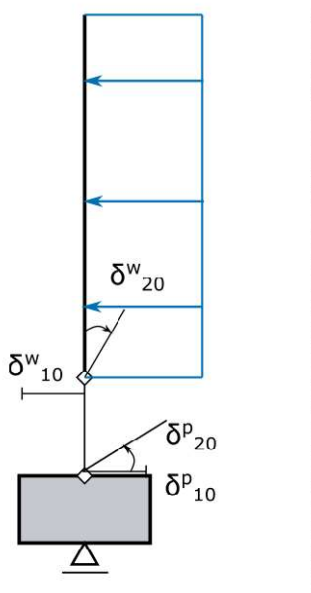
$$\delta_{20} = 0$$

'p' - oznacza przemieszczenia pierścienia, a 'w' walca.

Z przyjętych danych wynika następująca wartość współczynnika λ .

$$\lambda = \left(\frac{3(1-\nu^2)a^2}{h^2} \right)^{0.25} = 5.8259$$

Stan "0"



■ Walec

Stan "0" - por. notatki ze zjazdu nr 5.

$$N_0 = a q$$

$$\delta_0 = \frac{a^2 q}{E h}$$

$$\delta_{10w} = \frac{a^2 q}{E h}$$

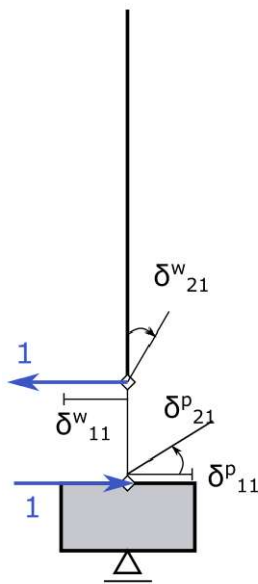
$$\delta_{20w} = 0$$

Uwzględniamy dane

$$\delta_{10w} = \frac{a q}{1\,500\,000\,000}$$

$$\delta_{20w} = 0$$

Stan $X_1 = 1$



■ Walec

Rozkład sił wewnętrznych.

$$\xi = \frac{y}{a}$$

$$N_1 = 2 e^{-\lambda \xi} \lambda \cos[\lambda \xi]$$

$$Q_2 = -e^{-\lambda \xi} (\cos[\lambda \xi] - \sin[\lambda \xi])$$

$$M_2 = \frac{a e^{-\lambda \xi} \sin[\lambda \xi]}{\lambda}$$

$$M_1 = \nu M_2 = \frac{a e^{-\lambda \xi} \nu \sin[\lambda \xi]}{\lambda}$$

Rozkład przemieszczeń.

$$\chi = -\frac{2 e^{-\lambda \xi} \lambda^2 (\cos[\lambda \xi] + \sin[\lambda \xi])}{E h}$$

$$\delta = \frac{2 a e^{-\lambda \xi} \lambda \cos[\lambda \xi]}{E h}$$

Poszukiwane przemieszczenia.

$$\delta_{11w} = \frac{2 a \lambda}{E h} = 7.76787 \times 10^{-9}$$

$$\delta_{21w} = \frac{2 \lambda^2}{E h} = \frac{4.52548 \times 10^{-8}}{a}$$

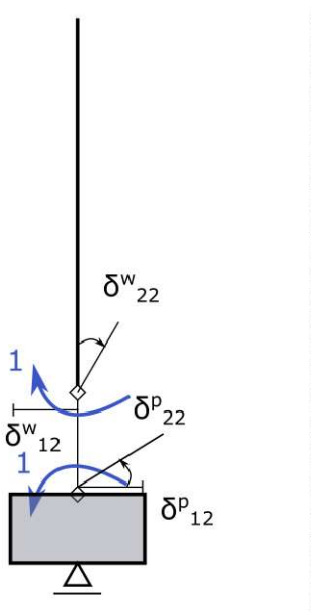
■ Pierścień

Skorzystamy z [1] (str. 254-256)

$$\delta_{11p} = \frac{4 a^2}{E b d} = 6.66667 \times 10^{-9}$$

$$\delta_{21p} = -\frac{6 a^2}{E b d^2} = -\frac{1. \times 10^{-7}}{a}$$

Stan $X_2 = 1$



■ Walec

Rozkład sił wewnętrznych.

$$N_1 = -\frac{2 e^{-\lambda \xi} \lambda^2 (\cos[\lambda \xi] - \sin[\lambda \xi])}{a}$$

$$Q_2 = -\frac{2 e^{-\lambda \xi} \lambda \sin[\lambda \xi]}{a}$$

$$M_2 = -e^{-\lambda \xi} (\cos[\lambda \xi] + \sin[\lambda \xi])$$

$$M_1 = \nu M_2 = e^{-\lambda \xi} \nu (\cos[\lambda \xi] + \sin[\lambda \xi])$$

Rozkład przemieszczeń.

$$\delta = -\frac{2 e^{-\lambda \xi} \lambda^2 (\cos[\lambda \xi] - \sin[\lambda \xi])}{E h}$$

$$\chi = \frac{4 e^{-\lambda \xi} \lambda^3 \cos[\lambda \xi]}{E a h}$$

Poszukiwane przemieszczenia.

$$\delta_{12w} = \frac{2 \lambda^2}{E h} = \frac{4.52548 \times 10^{-8}}{a}$$

$$\delta_{22w} = \frac{4 \lambda^3}{E a h} = \frac{5.273 \times 10^{-7}}{a^2}$$

■ Pierścień

Skorzystamy z [1] (str. 254-256)

$$\delta_{12p} = -\frac{6 a^2}{E b d^2} = -\frac{1 \cdot 10^{-7}}{a}$$

$$\delta_{22p} = \frac{12 a^2}{E b d^3} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{a^2}$$

Rozwiązanie układu równań

Po rozwiązaniu układu równań metody zaburzeń brzegowych otrzymujemy następujące wartości nadliczbowych

$$\delta_{11} = 1.44345 \times 10^{-8}$$

$$\delta_{12} = -\frac{5.47452 \times 10^{-8}}{a}$$

$$\delta_{22} = \frac{2.5273 \times 10^{-6}}{a^2}$$

$$\delta_{10} = \frac{1}{1500000000}$$

$$\delta_{20} = 0$$

$$X_1 = -0.0503195 a q$$

$$X_2 = -0.00109 a^2 q$$

Czyli poszukiwane siły mają następujące wartości.

$$X_1 = -0.0503195 a q$$

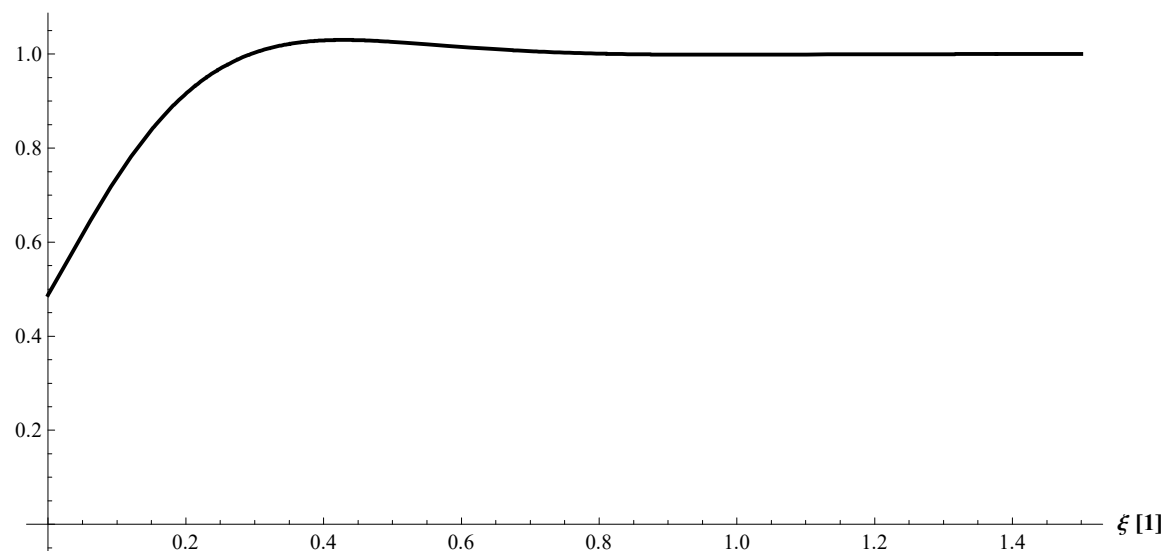
$$X_2 = -0.00109 a^2 q$$

Wykresy sił wewnętrznych

■ Siła równoleżnikowa

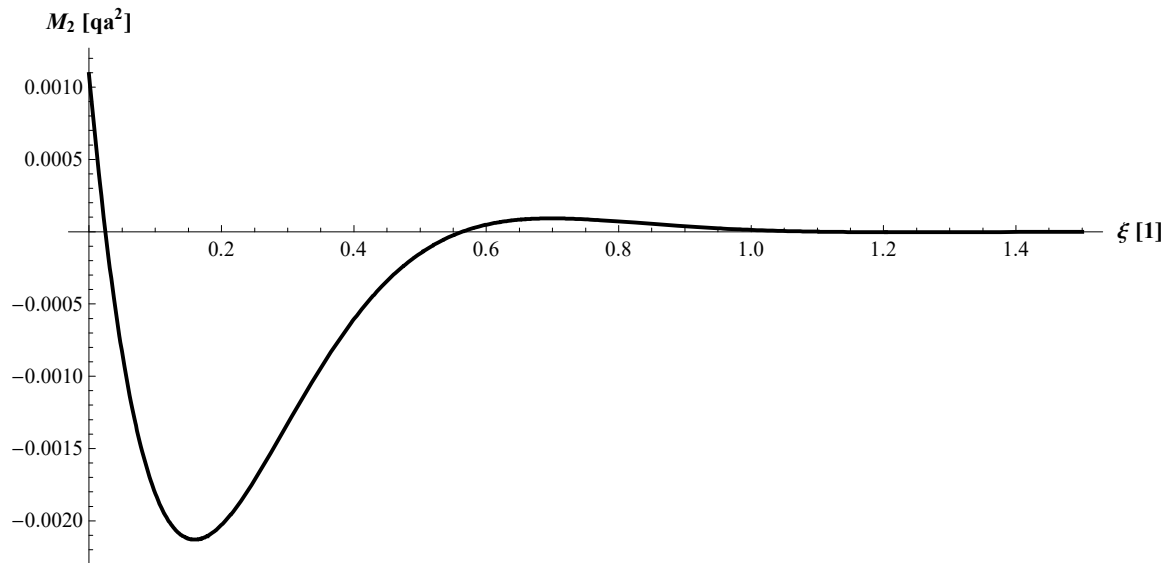
$$N_1 = N_0 + X_1 N_1(X_1) + X_2 N_1(X_2)$$

N_1 [qa]



■ Moment południkowy

$$M_2 = X_1 M_2(X_1) + X_2 M_2(X_2)$$



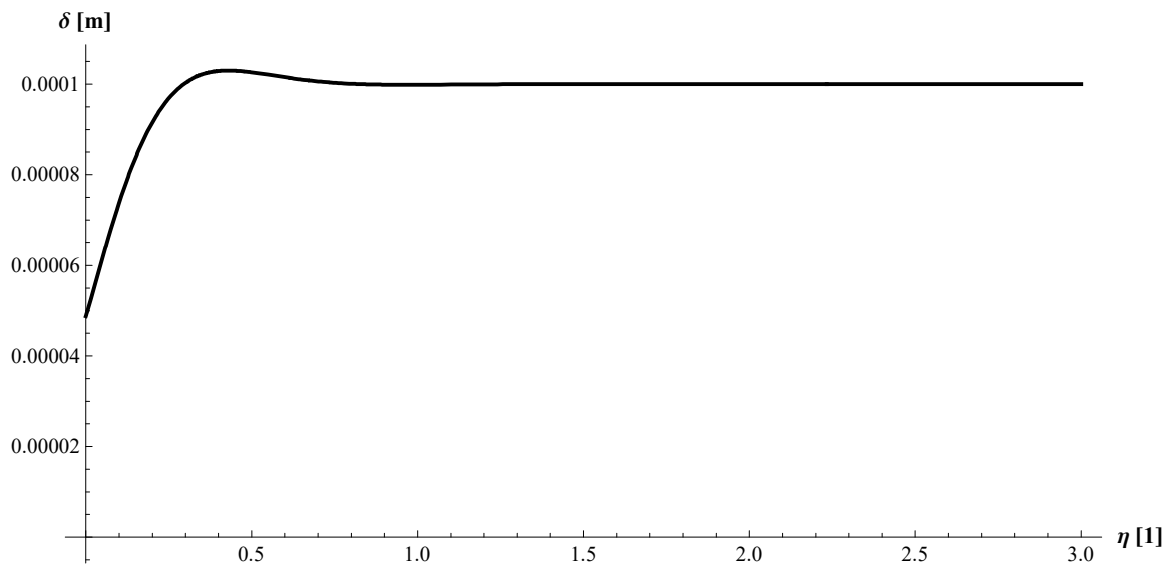
Wykres przemieszczenia normalnego

■ Walca

Dalej przyjęto:

$q \rightarrow 50\,000$

$a \rightarrow 3$



Siły wewnętrzne w pierścieniu

$$N_p = X_1 (-a) = 0.0503195 a^2 q$$

$$M_p = \left(X_2 - X_1 \frac{d}{2} \right) (-a) = -0.00142598 a^3 q$$

Sprawdzenie zgodności przemieszczeń i kątów obrotu w miejscu połączenia pierścienia z walcem

■ Zgodność przemieszczeń

Walec

$$\delta_s = \delta_{10w} + X_1 \delta_{11w} + X_2 \delta_{12w} = 2.26464 \times 10^{-10} \text{ a q}$$

Pierścień

$$\delta_p = X_1 \delta_{11p} + X_2 \delta_{12p} = -2.26464 \times 10^{-10} \text{ a q}$$

■ Zgodność kątów obrotu

Walec

$$\chi_s = X_1 \delta_{21w} + X_2 \delta_{22w} = -2.85196 \times 10^{-9} \text{ q}$$

Pierścień

$$\chi_p = X_1 \delta_{21p} + X_2 \delta_{22p} = 2.85196 \times 10^{-9} \text{ q}$$

Bibliografia

- [1] Z.Mazurkiewicz, Cienkie powłoki sprężyste, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1995