

Poznań, 10.01.2012

Politechnika Poznańska



Comsol Multiphysics MES

Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania
Kierunek Mechanika i Budowa Maszyn
Specjalność Inżynieria Mechaniczna
Rok akademicki 2011/2012
Rok studiów IV Semestr VII

Prowadzący:

Dr hab. T.Strępek

Wykonawcy:

Piotr Peters
Paweł Halamunda

I. Odkształcenie pod wpływem obciążenia.

1. Dokładny opis badanego elementu wraz z parametrami.
2. Rysunek 3D wybranego elementu do badań.
3. Przeprowadzona analiza.

II. Przepływ ciepła przez kolanka wykonane z różnych materiałów.

1. Dokładny opis badanego elementu.
2. Rysunek 3D wybranego elementu do badań.
3. Przeprowadzona analiza.

III. Przepływ wody przez kanał dolotowy.

1. Opis badanego elementu.
2. Rysunek 3D wybranego elementu do badań.
3. Przeprowadzona analiza.

**Analiza porównawcza odkształcenia dwuteownika
zwykłego oraz ceownika pod wpływem obciążenia.**

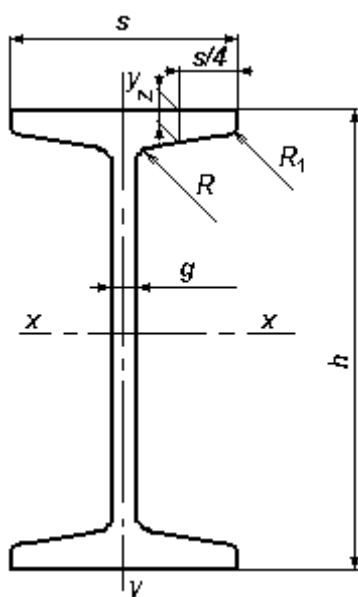
I. Odształcenie pod wpływem obciążenia.

Przeprowadzona symulacja ma na celu wyznaczenie maksymalnych ugięć profili stalowego. Badanymi przekrojami będą dwuteownik zwykły oraz ceownik. Symulacja przeprowadzona zostanie w programie Comsol Multiphysics 4.0a przy pomocy modułu: Solid, Stress-Strain Application Mode. Model 3D wykonany zostanie w programie SolidWorks 2008.

1. Dokładny opis badanych modeli wraz z parametrami.

Przedmiotem analizy są dwuteownik oraz ceownik poddane obciążeniu skupionemu. Badanie przeprowadzone zostanie dla dwuteownika zwykłego(rys.1), ceownika(rys.2).

Poniżej przedstawiony został dwuteownik wraz z wymiarami. W tabeli 1 znajdują się dokładne wymiary badanego elementu. Długość dwuteownika przyjmujemy 1000[mm].



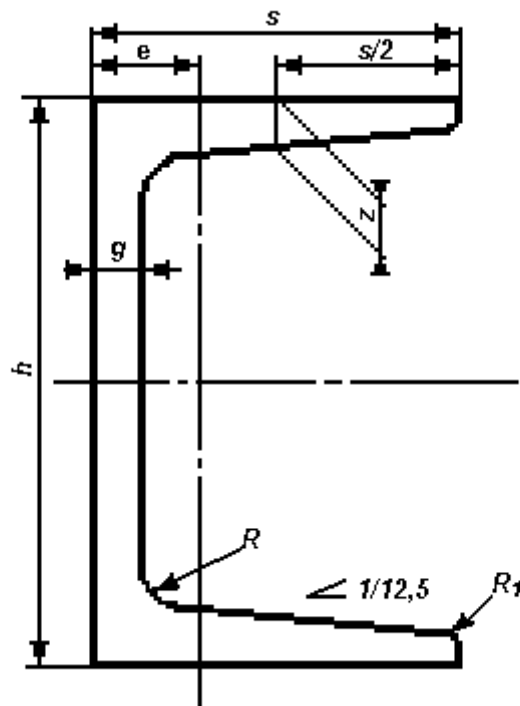
rys.1. Oznaczenia wymiarowe dwuteownika.

Oznaczenie	h	s	g	z	R	R_1	A	G
	mm						cm ²	kg/m
80	80	42	3,9	5,9	3,9	2,3	7,57	5,94
100	100	50	4,5	6,8	4,5	2,7	10,6	8,34
120	120	58	5,1	7,7	5,1	3,1	14,2	11,1
140	140	66	5,7	8,8	5,7	3,4	18,2	14,3
160	160	74	6,3	9,5	6,3	3,8	22,8	17,9
180	180	82	6,9	10	6,9	4,1	27,9	21,9
200	200	90	7,5	11	7,5	4,5	33,4	26,2
200p	200	90	6,0	11	7,5	4,5	30,9	24,2
220	220	98	8,1	12	8,1	4,9	39,5	31,1
220p	220	98	6,1	12	8,1	4,9	35,8	28,1
240	240	106	8,7	13	8,7	5,2	46,1	36,2
240p	240	106	6,7	13	8,7	5,2	41,9	32,9
260	260	113	9,4	14	9,4	5,6	53,3	41,9
260p	260	113	6,9	14	9,4	5,6	47,7	37,4
300	300	125	10,8	16	10,8	6,5	69	54,2
300p	300	125	8,3	16	10,8	6,5	62,5	49,1
340	340	137	12,2	18	12,2	7,3	86,7	68,0
340p	340	137	9,7	18	12,2	7,3	79,3	62,3
360	360	143	13,0	20	13,0	7,8	97	76,1
360p	360	143	10,5	20	13,0	7,8	89,2	70,0
400	400	155	14,4	22	14,4	8,6	118	92,4
400p	400	155	11,9	22	14,4	8,6	109	85,7
450	450	170	16,2	24	16,2	9,7	147	115
450p	450	170	13,7	24	16,2	9,7	137	108
500	500	185	18,0	27	18,0	10,8	179	141
500p	500	185	15,5	27	18,0	10,8	169	133
550	550	200	19,0	30	19,0	11,9	212	167

tabela 1. Katalogowe wymiary dwuteowników zwykłych.

Poniżej przedstawiony został ceownik wraz z wymiarami. W tabeli 1 znajdują się dokładne wymiary

badanego elementu. Długość dwuteownika przyjmujemy 1000[mm].



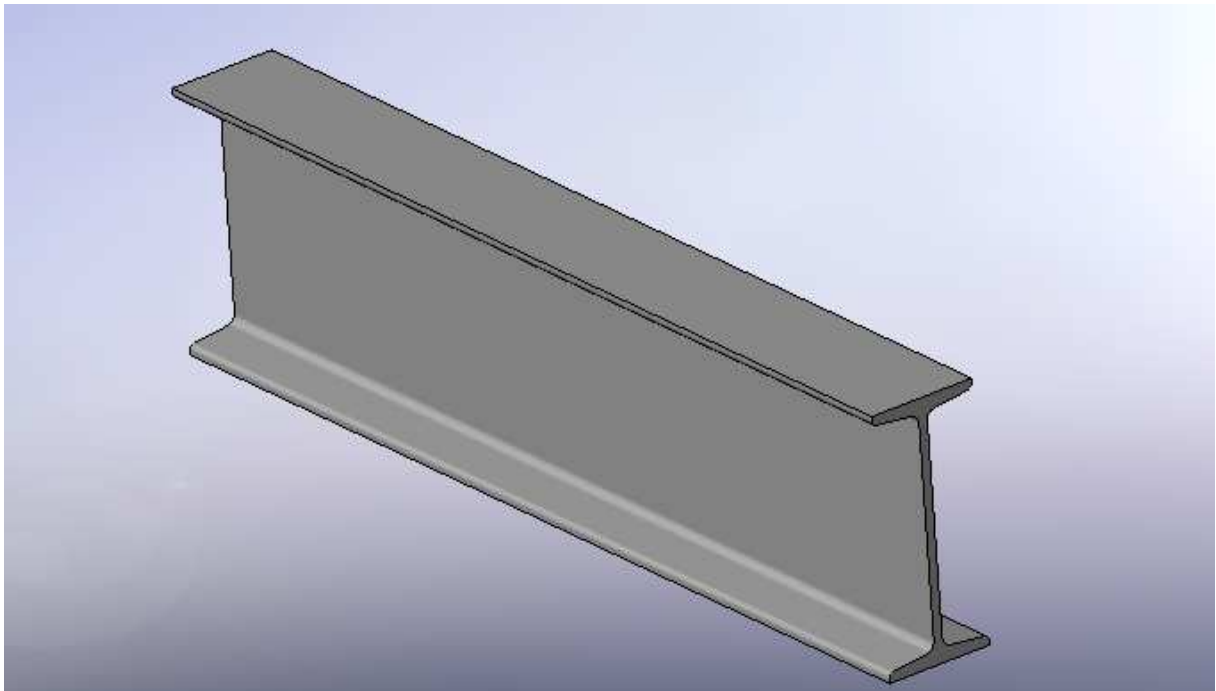
rys.2 Oznaczenia wymiarowe ceownika.

Oznaczenie	<i>h</i>	<i>s</i>	<i>g</i>	<i>z=R</i>	<i>R₁</i>	<i>e</i>	<i>A</i>	<i>G</i>
	mm						cm ²	kg/m
35x35	35	35	5	6,0	3,0	14,2	5,27	4,1
40	40	20	5,0	5,0	2,5	6,5	3,5	2,76
45	45	35	5,0	6,0	3,0	–	–	5,03
50	50	38	5,0	7,0	3,5	13,7	7,1	5,59
65	65	42	5,5	7,5	4,0	14,2	9,0	7,09
75x38	75	38	5	6,0	3,0	14,0	6,41	5,0
76x55	76	55	10	11,2	5,6	19,5	17,6	13,8
80	80	45	6,0	8,0	4,0	14,5	11,0	8,64
80p	80	45	5,0	8,0	4,0	14,5	10,4	8,16
92x27	92	27	9	10,7	5,4	8,5	12,0	9,4
100	100	50	6,0	8,5	4,5	15,5	13,5	10,6
100p	100	50	5,0	8,5	4,5	15,5	12,7	9,97
120	120	55	7,0	9,0	4,5	16,0	17,0	13,3
120p	120	55	5,5	9,0	4,5	16,0	15,5	12,2
140	140	60	7,0	10,0	5,0	17,5	20,4	16,0
140p	140	60	5,5	10,0	5,0	17,5	19,2	15,1
160	160	65	7,5	10,5	5,5	18,4	24,0	18,8
160p	160	65	5,5	10,5	5,5	18,4	21,3	16,7
180	180	70	8,0	11,0	5,5	19,2	28,0	22,0
180p	180	70	6,0	11,0	5,5	19,2	24,9	19,5
200	200	75	8,5	11,5	6,0	20,1	32,2	25,3
200p	200	75	6,5	11,5	6,0	20,1	28,7	22,5
200x100	200	100	9	11,0	5,5	29,3	36,6	28,7
220	220	80	9,0	12,5	6,5	21,4	37,4	29,4
220p	220	80	7,0	12,5	6,5	21,4	33,6	26,4
240	240	85	9,5	13,0	6,5	22,3	42,3	33,2
240p	240	85	7,0	13,0	6,5	22,3	37,0	29,0
260	260	90	10	14,0	7,0	23,6	48,3	37,9
260p	260	90	7,5	14,0	7,0	23,6	42,6	33,4
280	280	95	10	15,0	7,5	25,3	53,3	41,8
300	300	100	10	16,0	8,0	27,0	58,8	46,2
300p	300	100	7,5	16,0	8,0	27,0	52,2	41,0
300x85	300	85	8	13,5	6,7	21,7	43,9	34,5
300x100	300	100	11	16,5	8,5	27,1	63,1	49,5
320	320	100	14	16,0	8,8	26,0	75,8	59,5
335x90	335	90	8	14,0	7,0	22,0	49,4	38,8
350	350	100	14	16,0	8,0	24,0	77,3	60,7
380	380	102	14	16,5	8,0	23,8	80,4	63,1
400	400	110	14	18,0	9,0	26,5	91,5	71,8

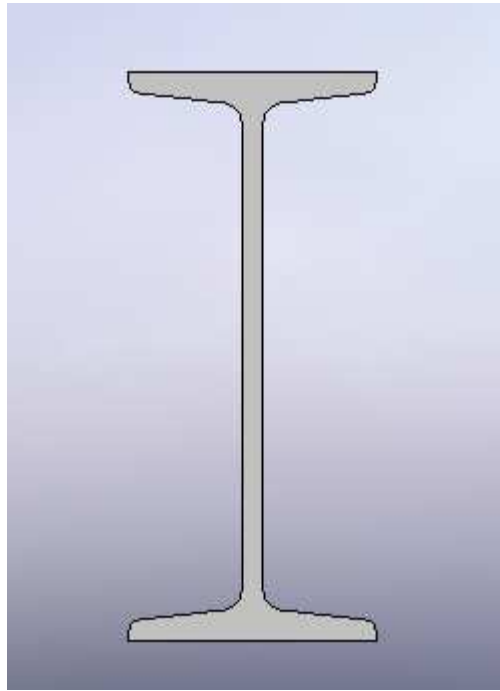
tabela 1. Katalogowe wymiary ceownika.

2. Rysunek 3D wybranego elementu do badań.

Rysunek wybranego elementu do badań został wykonany w programie SolidWorks 2008. Został on następnie importowany do programu Comsol Multiphysics 4.0a w celu przeprowadzenia badań wytrzymałościowych.



rysunek 2. Widok pierwszy dwuteownika zwykłego.



rysunek 3. Widok drugi dwuteownika zwykłego.

a. Przeprowadzona analiza.

Analizie poddaliśmy dwuteownik zwykły, który został utwierdzony jednostronnie. Przyjęta długość dwuteownika to 1000[mm].

Dla powyższego utwierdzenia dwuteownik został poddany obciążeniu o wartości 50000[N/m²]. Obciążenie zostało przyłożone na krawędzi nie utwierdzonej.

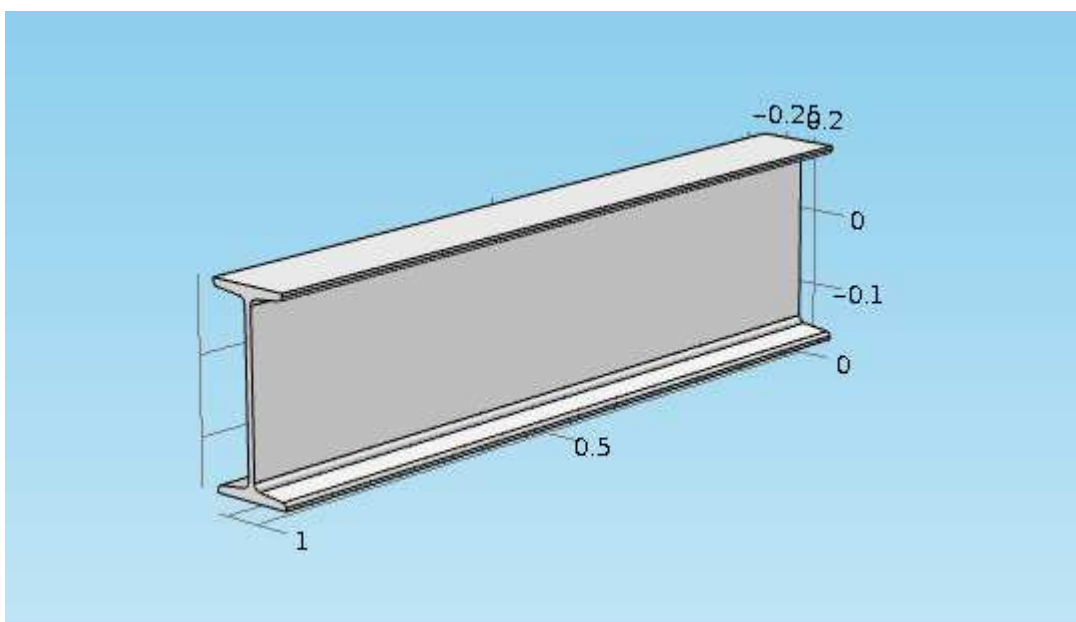
Obliczenia zostały wykonane w programie Comsol Multiphysics 4.0a. Przy obliczeniach program korzystał z równania:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \nabla * c \nabla u = F$$

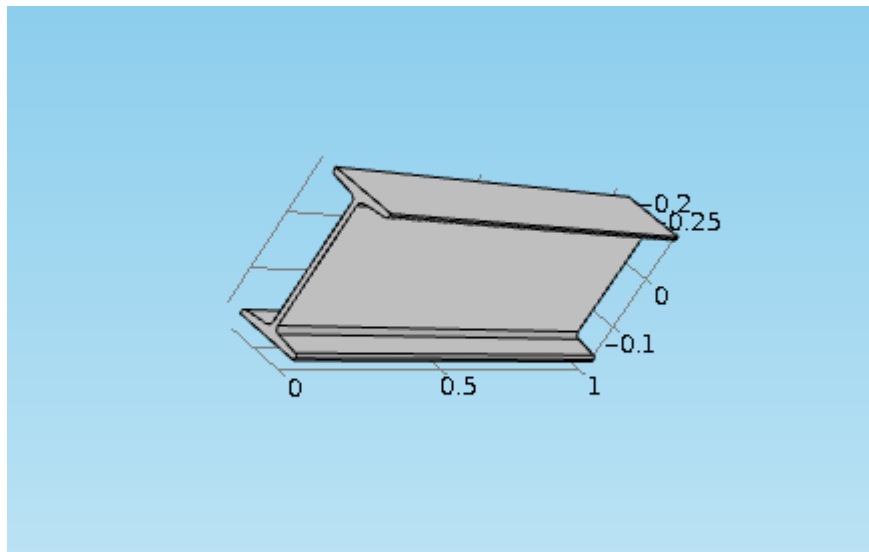
Niezbędne informacje wprowadzone do programu:

Wartość początkowa	293,15 K
Zastosowany materiał i jego parametry	Stal węglowa wyższej jakości o oznaczeniu UNS G10350, $\rho=7800[\text{kg/m}^3]$, $\nu=0,33$
Przeprowadzona analiza	Structural Mechanics:Solid, Stress-Strain-Static Analysis(analiza trójwymiarowa)
Zagęszczenie siatki(Mesh)	40574
Zależności czasowe(Time dependent)	0:0,1:1

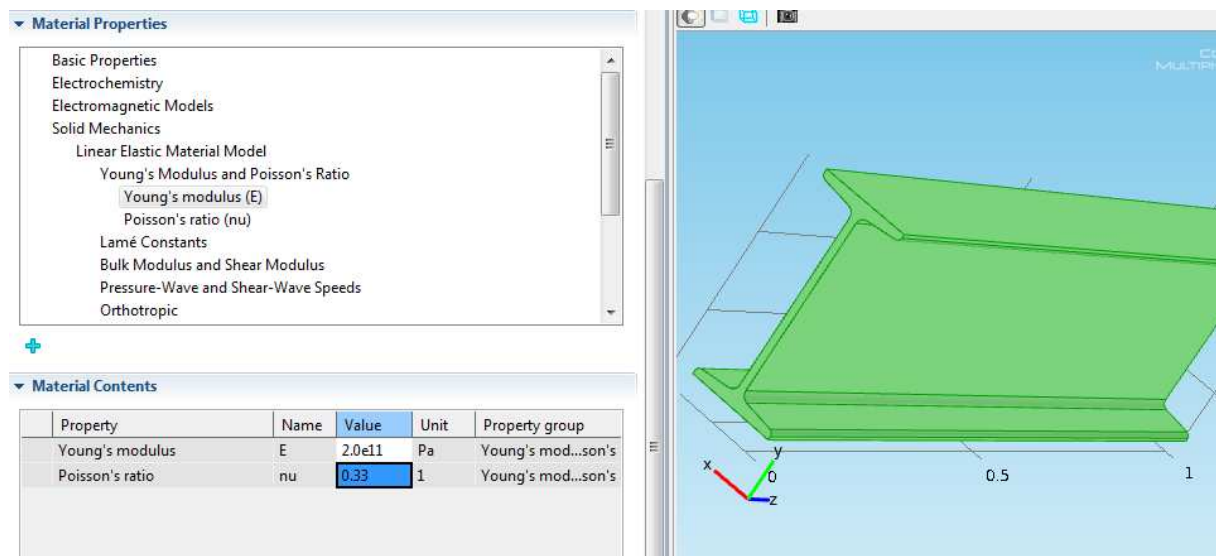
Zaimportowano rysunek wykonany w SolidWorks.



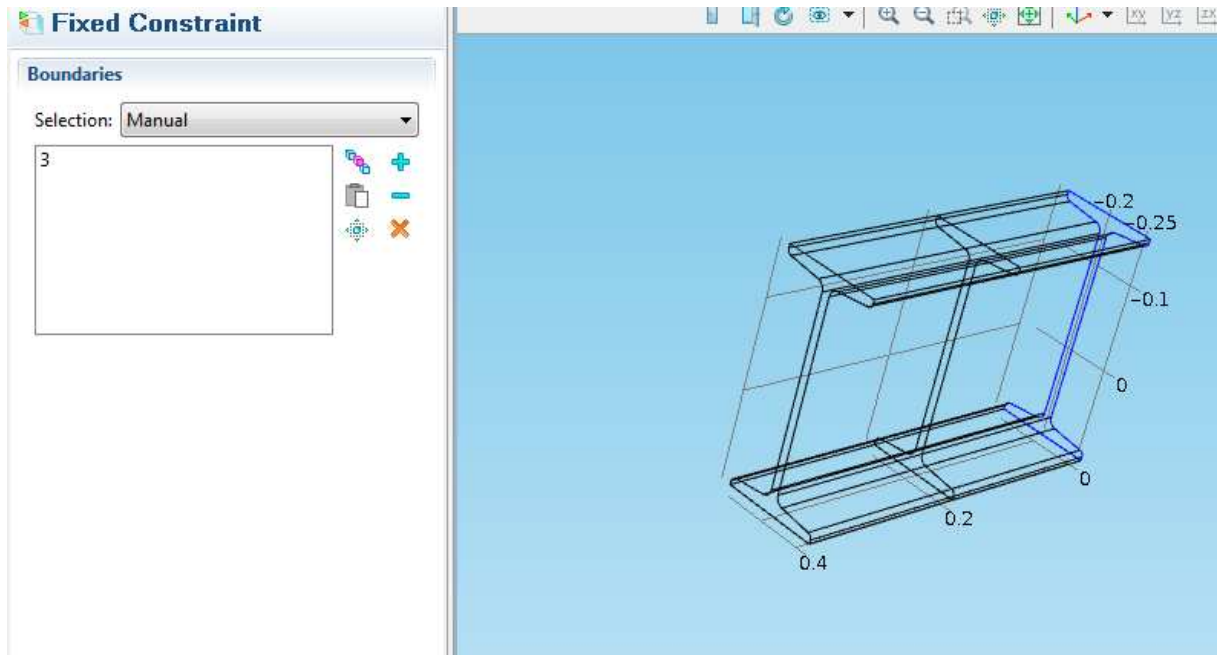
rysunek 4. Zaimportowany rysunek 3D.



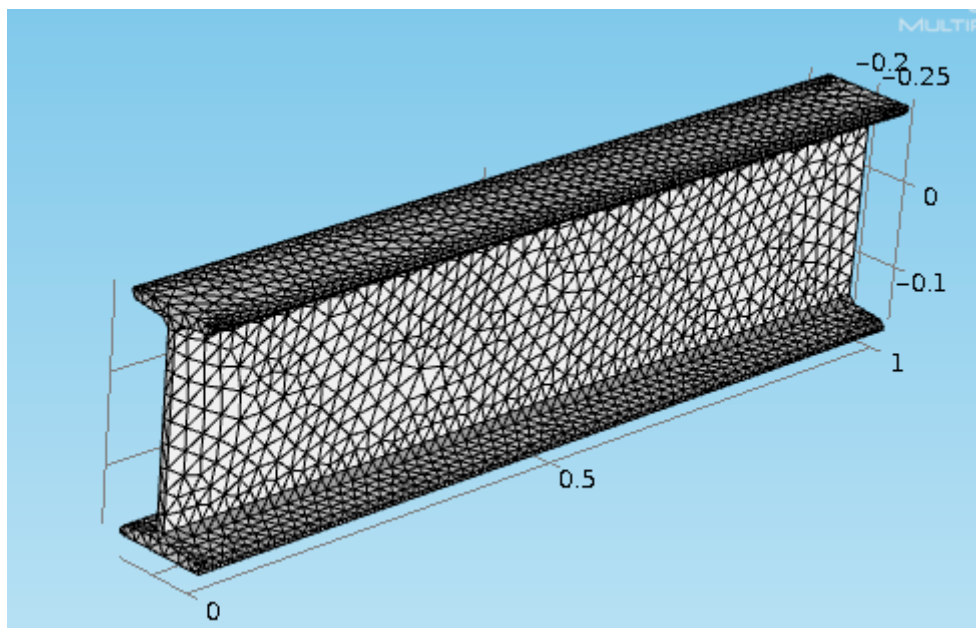
rysunek 5. Zaimportowany rysunek 3D.



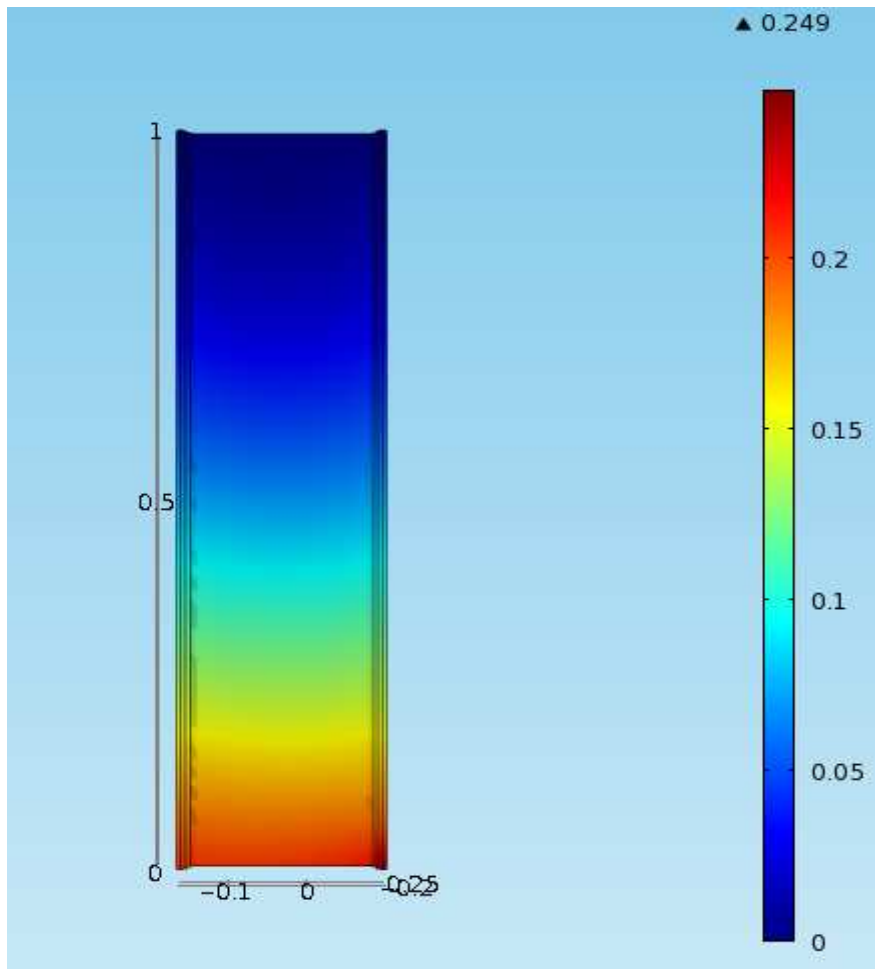
rysunek 5. Ustawienie danych dotyczących materiału



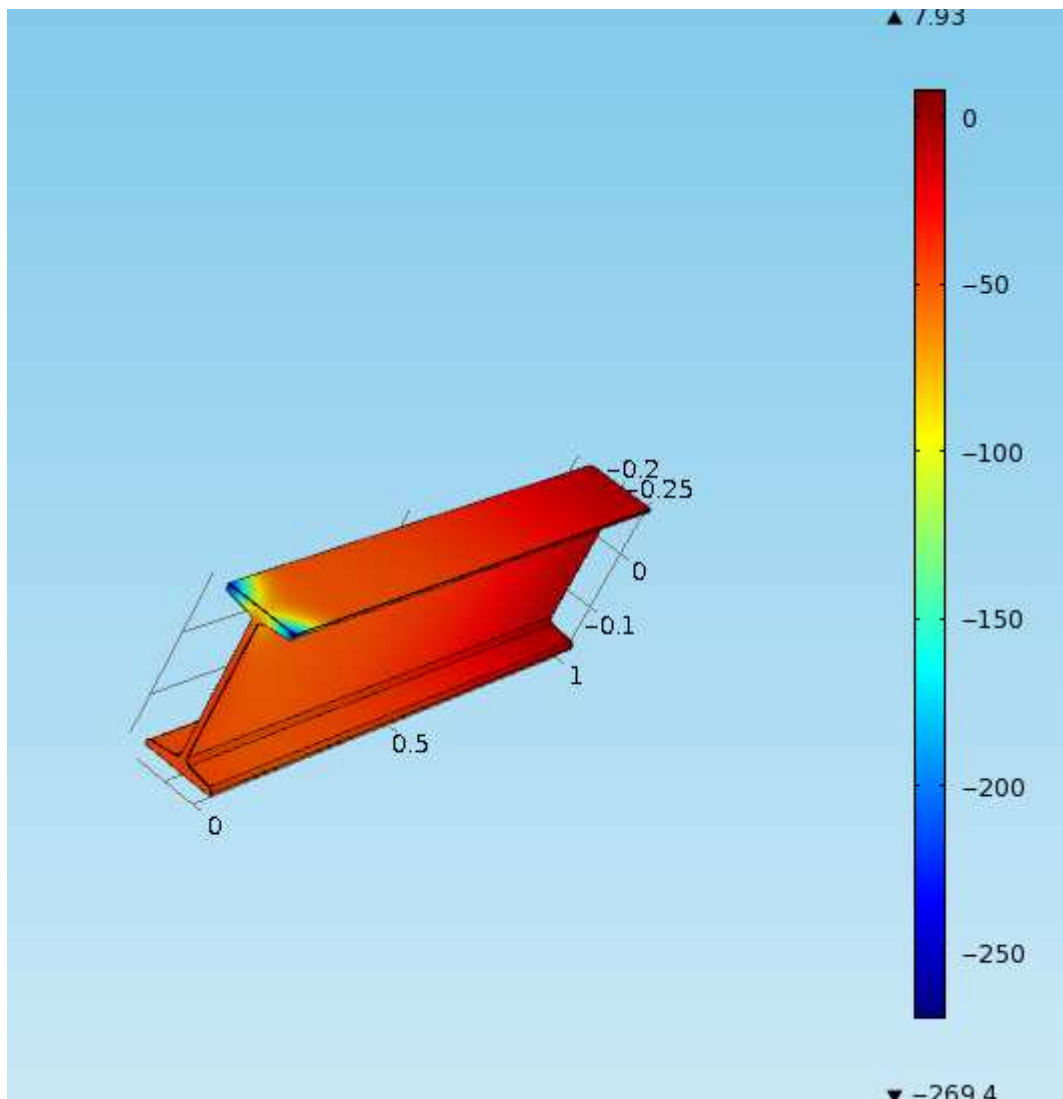
Rysunek 6. Utwierdzenie dwuteownika jednostronnie.



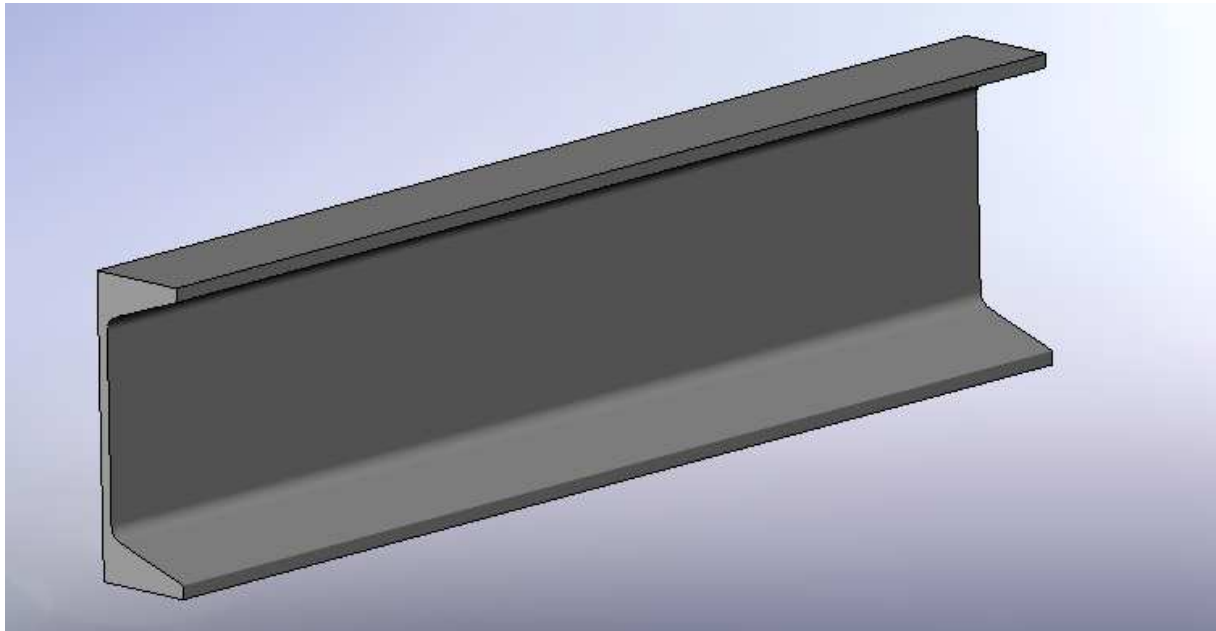
Rysunek 7. Dwuteownik z wygenerowaną siatką.



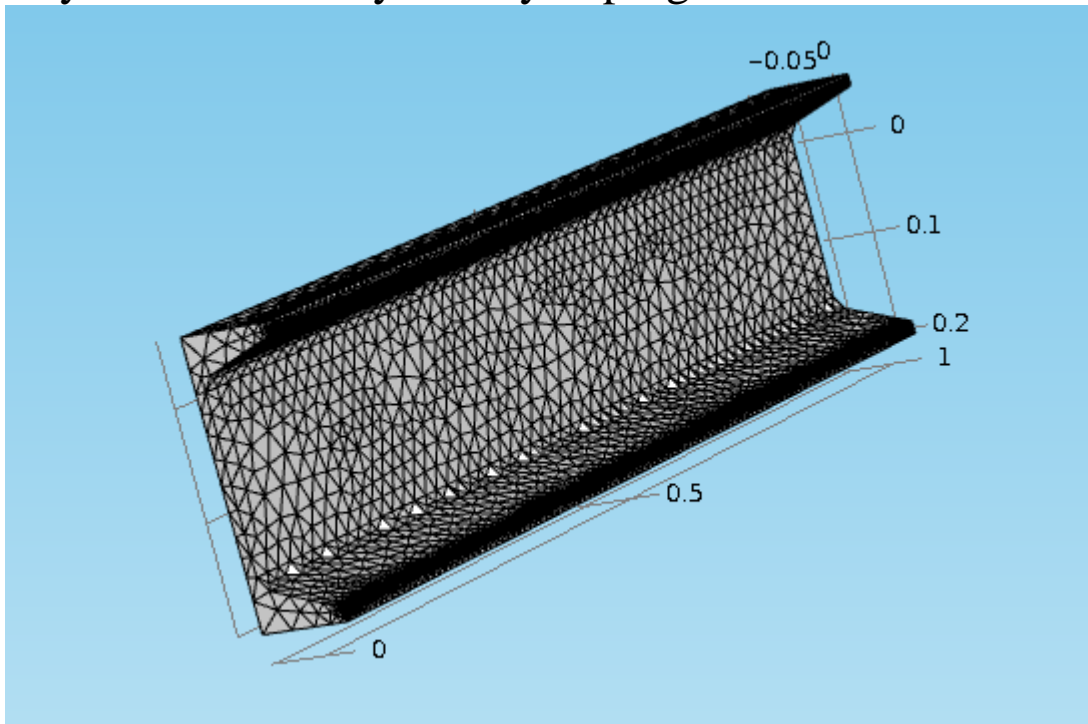
Całkowite przemieszczenie przy utwierdzeniu jednostronnym dwuteownika.



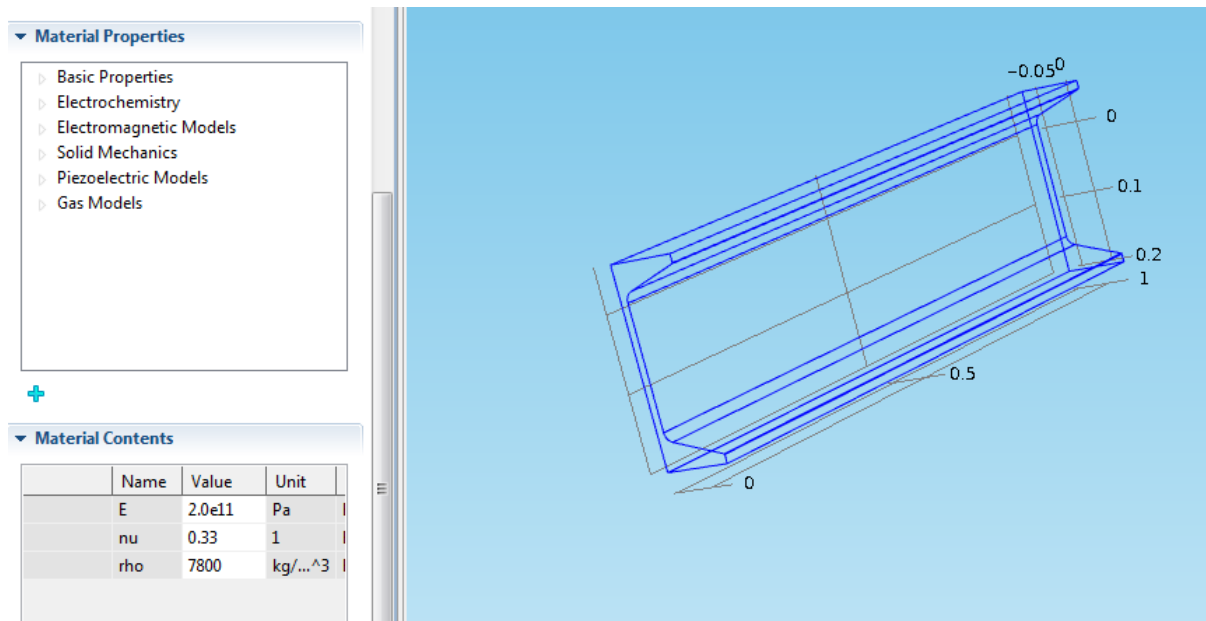
Deformacja przy utwierdzeniu jednostronnym dwuteownika.



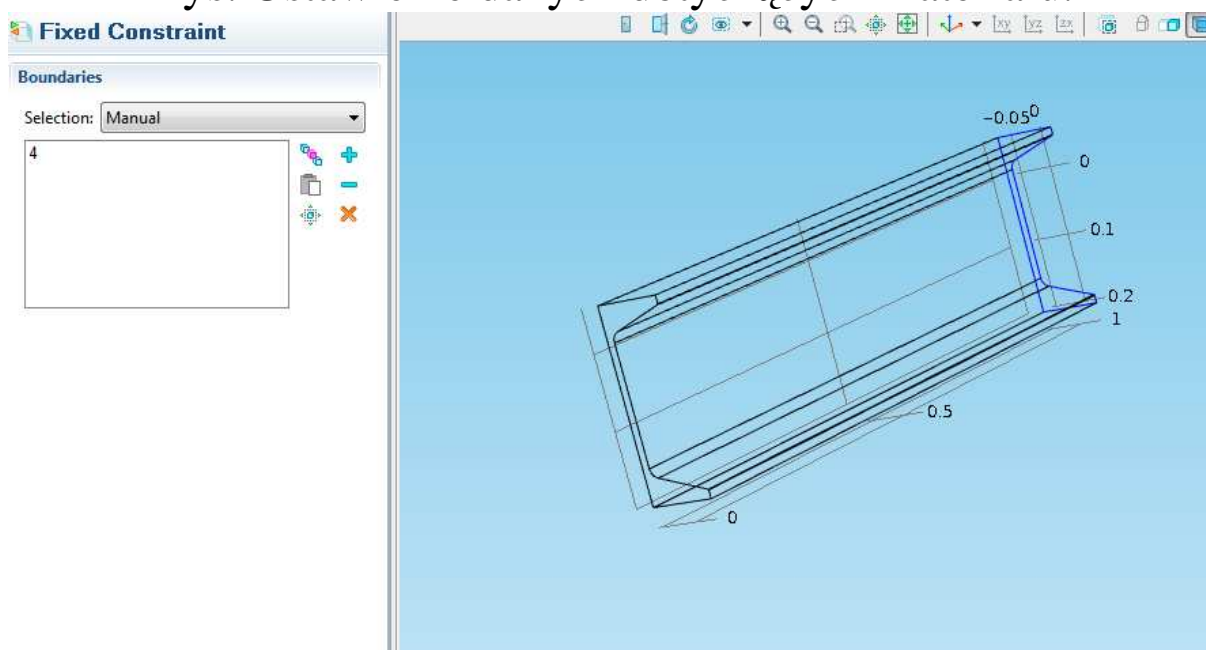
rys. Ceownik narysowany w programie SolidWorks.



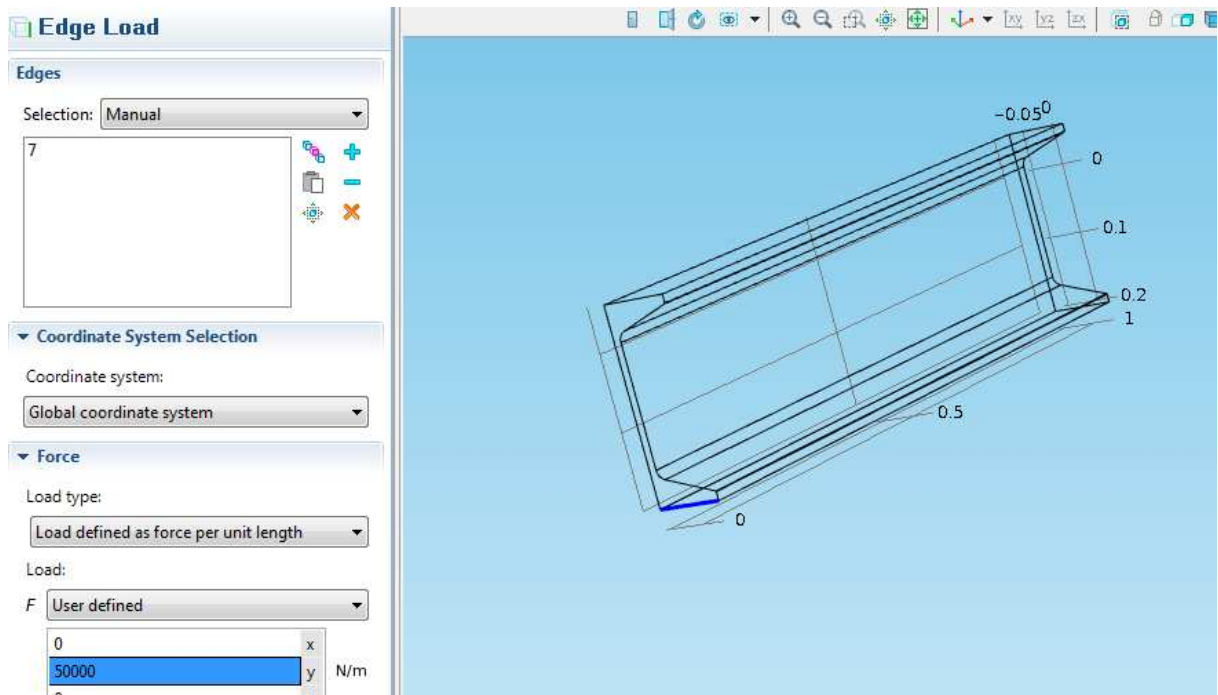
Rys. Ceownik importowany do programu Comsol.



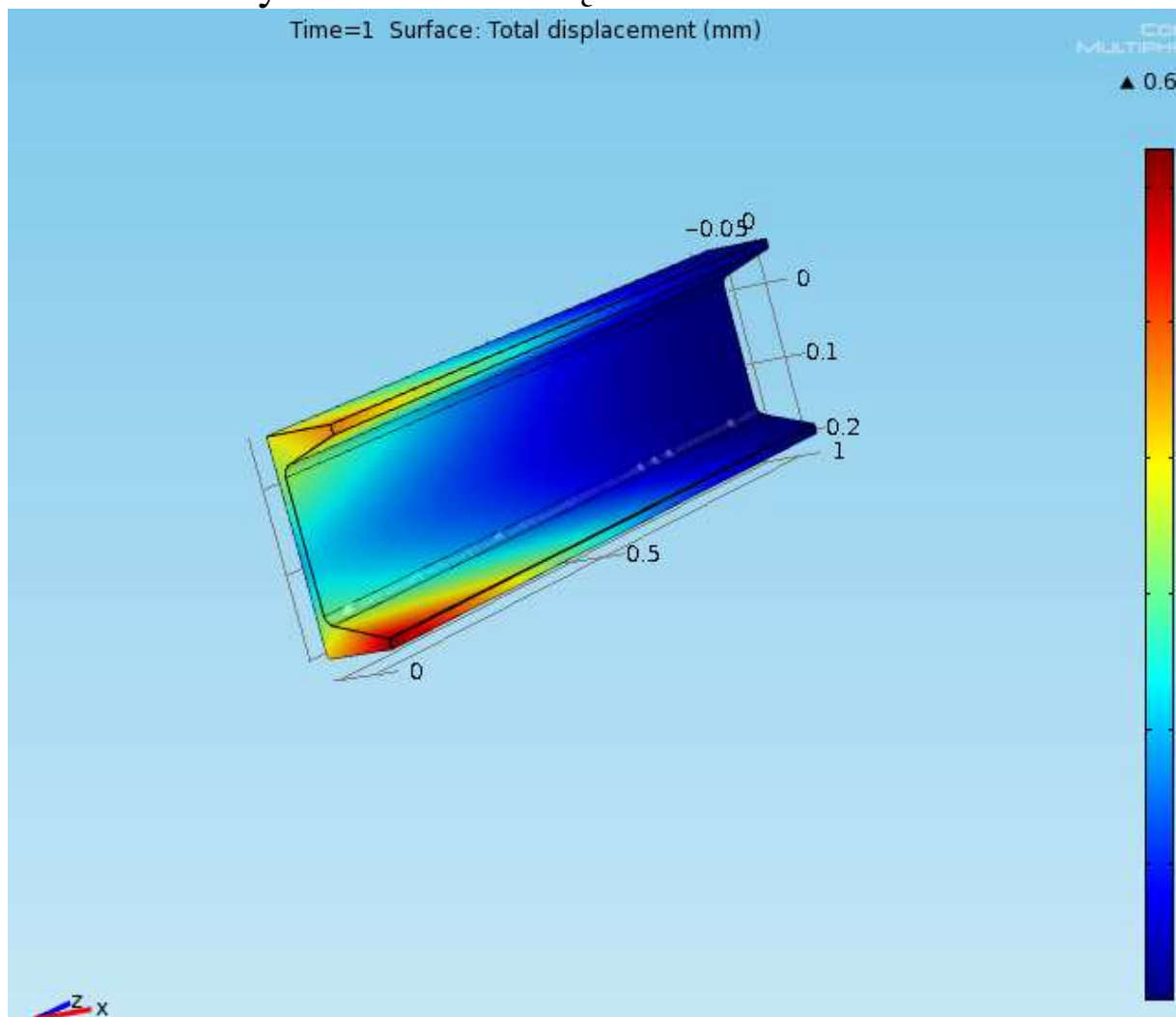
Rys. Ustawienie danych dotyczących materiału.



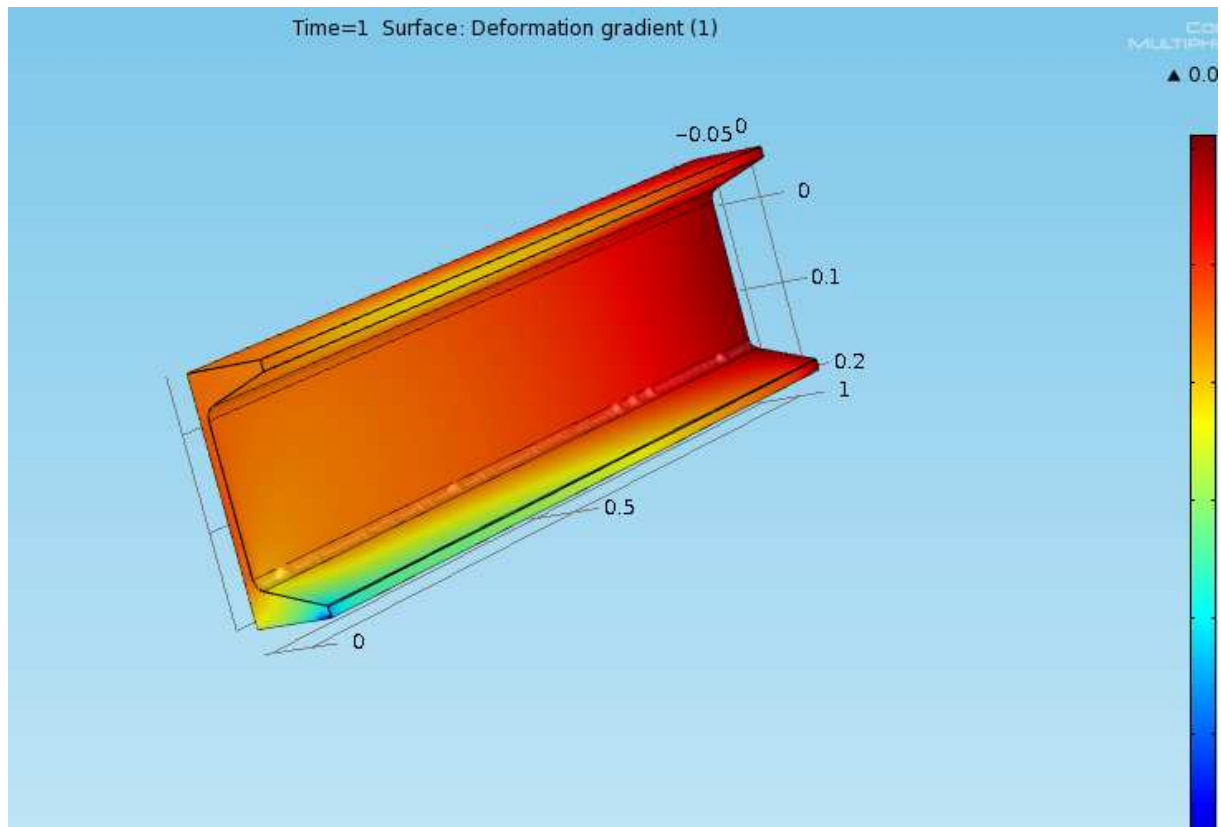
Rys. Utwierdzenie Ceownika jednostronne.



Rys. Nadanie obciążenia dla ceownika.



Rys. Całkowite przemieszczenie.



rys. Deformacja ceownika.

Wnioski:

Przy zastosowanym obciążeniu $50000[\text{N}/\text{m}^2]$ ugięcie przy jednostronnym utwierdzeniu dwuteownika wyniosło $0,249[\text{mm}]$ natomiast przy jednostronnym utwierdzeniu ceownika wyniosło $0,21[\text{mm}]$. Zatem bardziej odporny na zginanie jest dwuteownik.

Przepływ ciepła przez kolanko wykonane z miedzi.

3. Przewodność cieplna kolanek wykonanych z różnych materiałów.

Podczas badania chcemy odpowiedzieć na pytanie który materiał lepiej przewodzi ciepło. Do badań wybraliśmy miedź oraz stal.

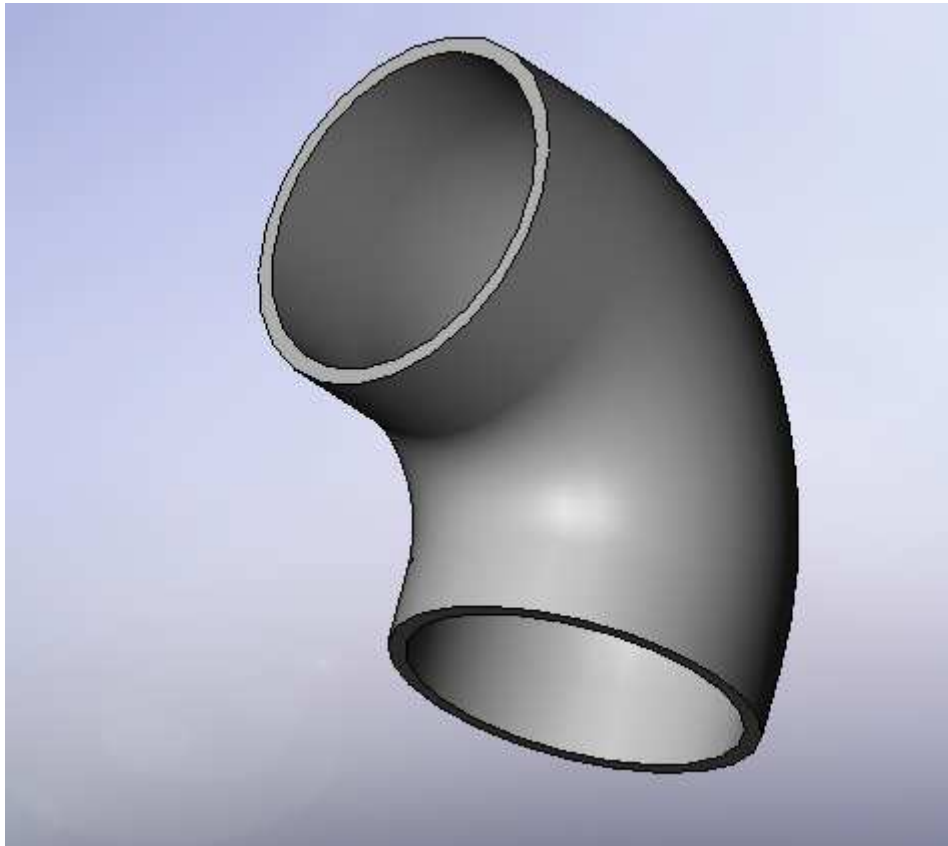
Rysunek kolanka został wykonany w SolidWorks 2008 a następnie importowany do programu Comsol Multiphysics.

1. Badanym elementem jest kolanko wykonane ze stali w pierwszym wypadku oraz miedzi w drugim. Przy przepływie ciepła program wykorzystuje następujące równanie:

$$\delta_{ts}\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} - \nabla * (k\nabla T) = Q$$

gdzie:

- δ_{ts} – współczynnik czasowego skalowania,
- ρ – gęstość,
- C_p – pojemność cieplna,
- k – tensor przewodności cieplnej,
- Q – źródło ciepła



Wybór parametrów materiału

Material Properties

- Basic Properties
- Electrochemistry
- Electromagnetic Models
- Solid Mechanics
- Piezoelectric Models
- Gas Models

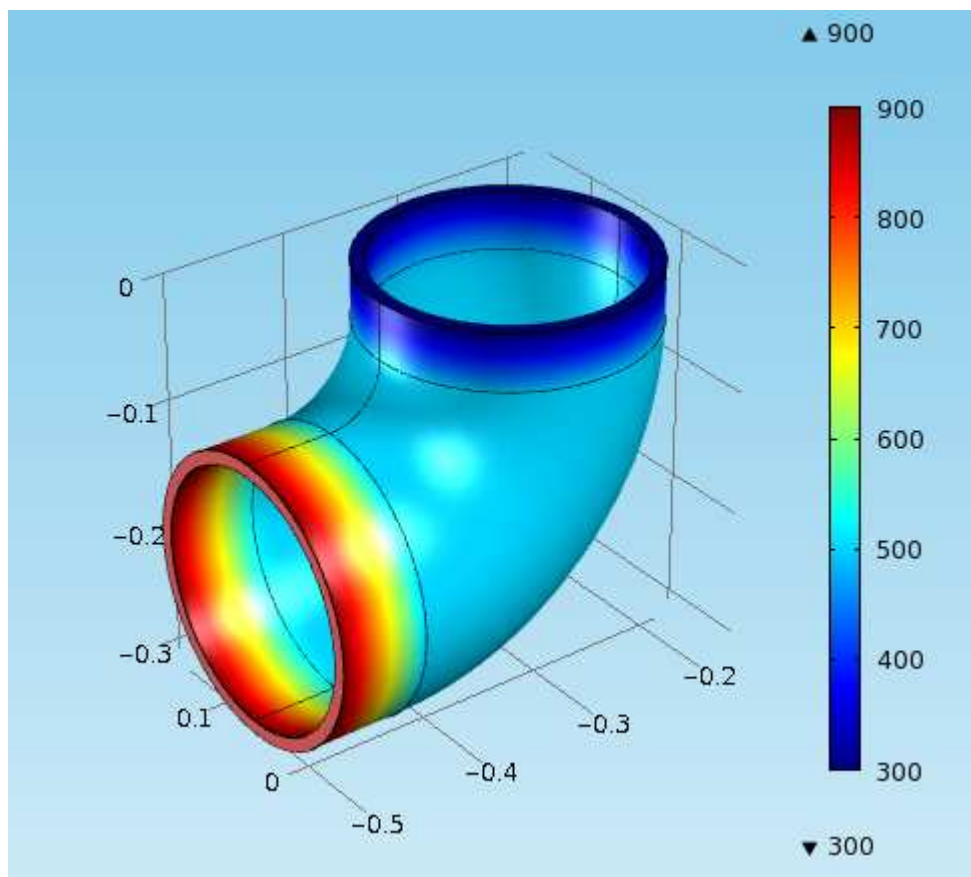
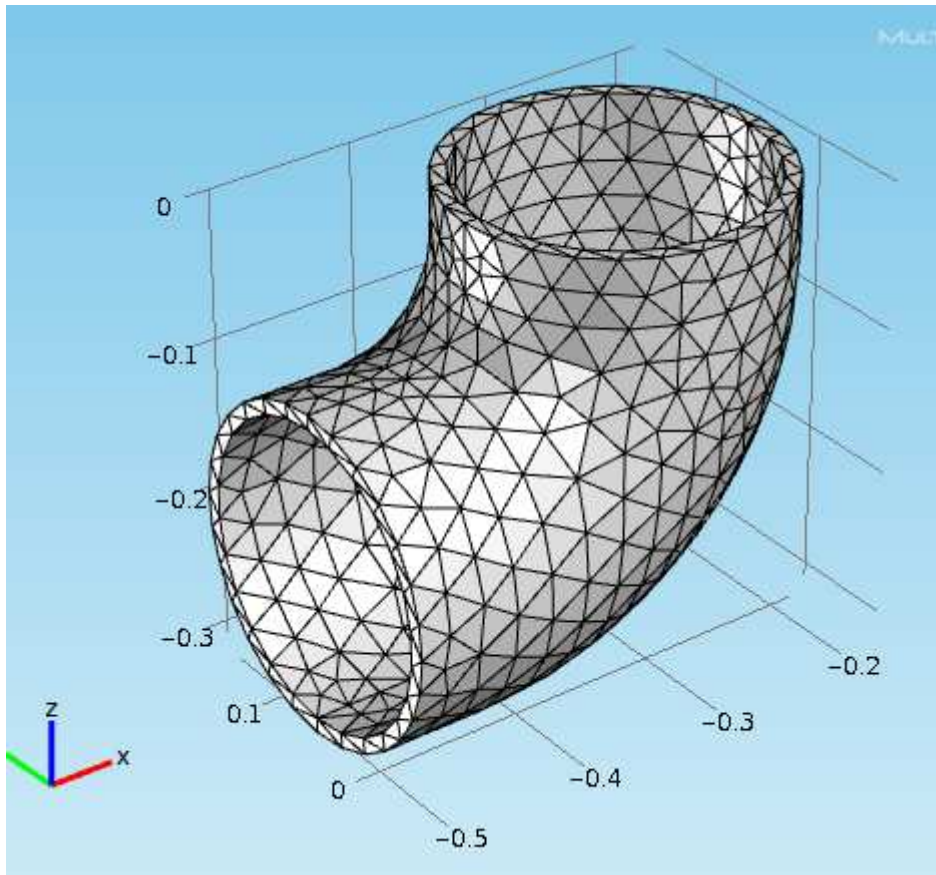
+

Material Contents

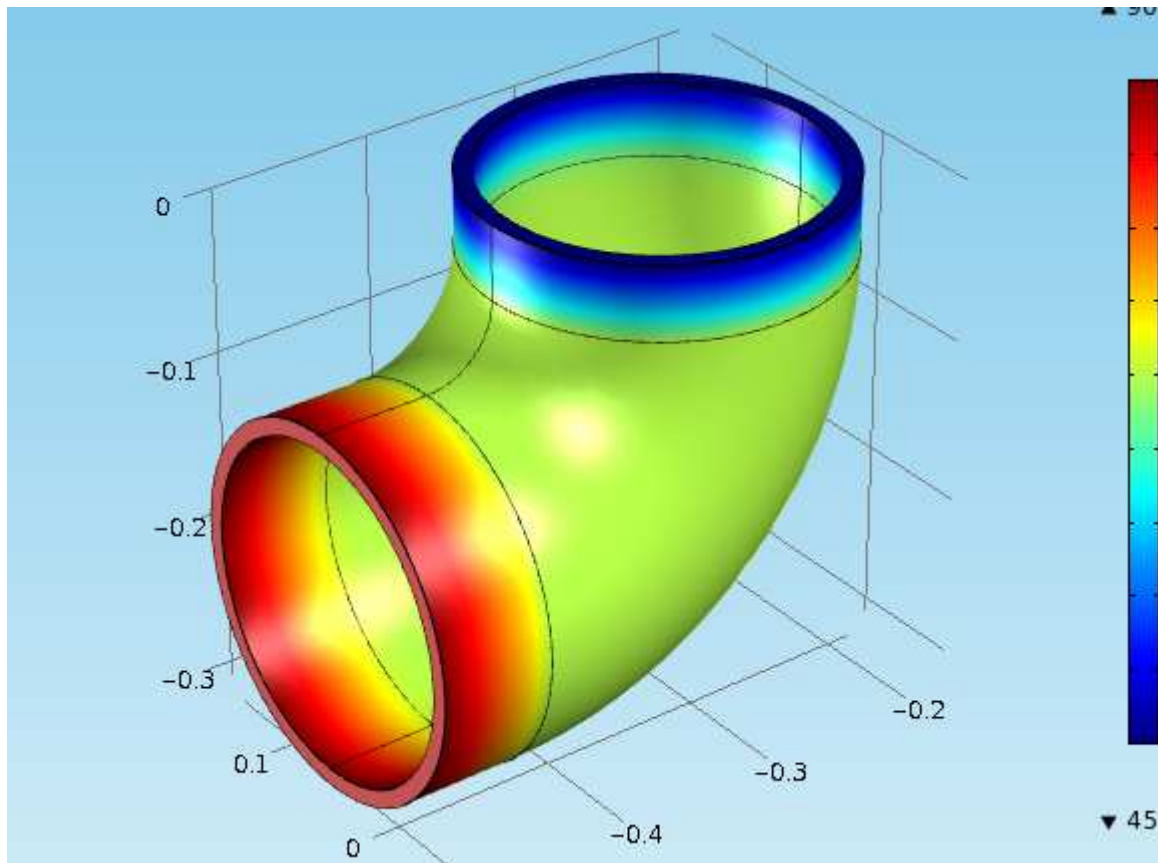
Property	Name	Value	Unit	Pro
✓ Thermal conductivity	k	58	W/(...K)	Basi
✓ Heat capacity a...stant pressure	Cp	10	J/(kg*K)	Basi
✓ Density	rho	rho...^3]	kg/...^3	Basi
dL	dL	dL(...K])		Basi
CTE	CTE	CTE(.../K)	1/K	Basi
Coefficient of ...rml expansion	alpha	alp...K])	1/K	Basi

The image shows the same pipe elbow model as above, but now rendered in a blue color. A fine mesh is overlaid on the entire surface of the component, indicating it is ready for finite element analysis. The model is shown in a 3D coordinate system with x, y, and z axes.

Model z nałożoną siatką



przewodność cieplna stali



Przewodność cieplna miedzi

Wnioski:

Na podstawie badań wykazaliśmy, że miedź jest lepszym przewodnikiem ciepła niż stal.

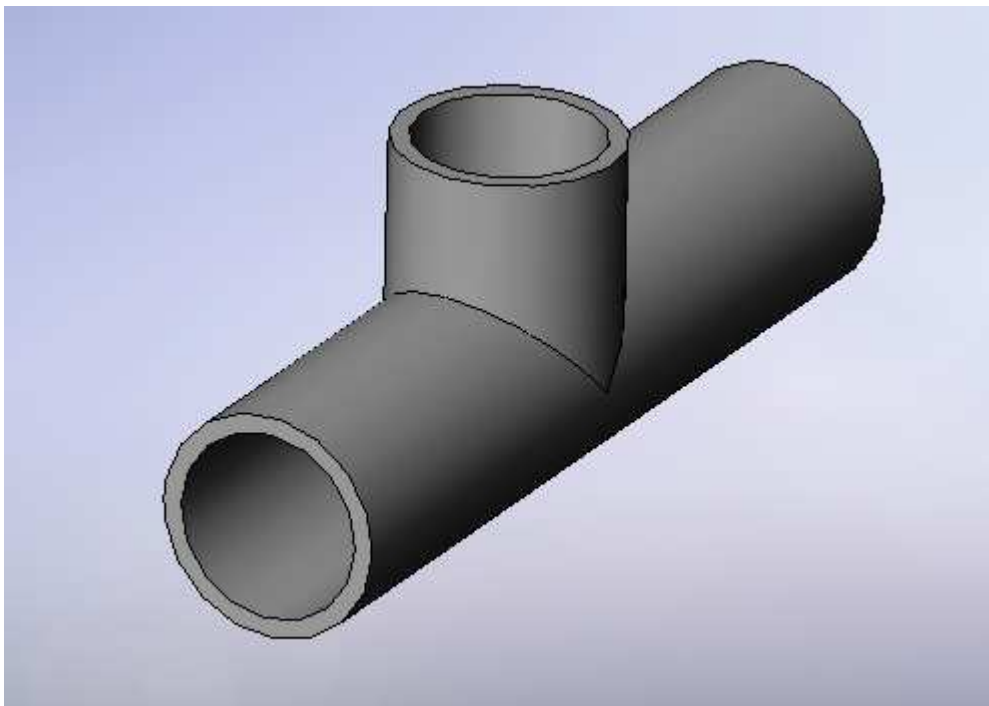
III. Przepływ wody przez kanał dolotowy.

W poniższym badaniu chcemy zbadać przepływ płynu przez trójnik wykonany z PCV. Model 3D został narysowany w SolidWorks i importowany do Comsol.

1. Opis badanego elementu.

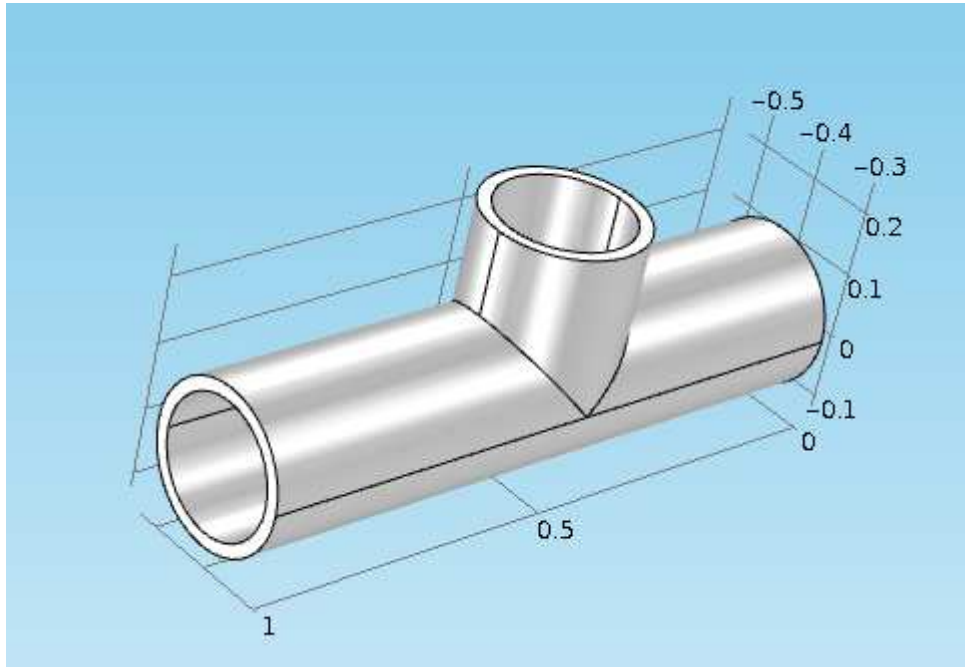
Badanym elementem jest trójnik do rozdzielania wody w układzie kanalizacji. Trójnik posiada różne średnice wewnętrzne na wyjściu. Przedmiotem naszego zainteresowania jest jak zmieni się ciśnienie wypływu wraz z średnicą wewnętrzną.

2. Rysunek 3D badanego elementu.

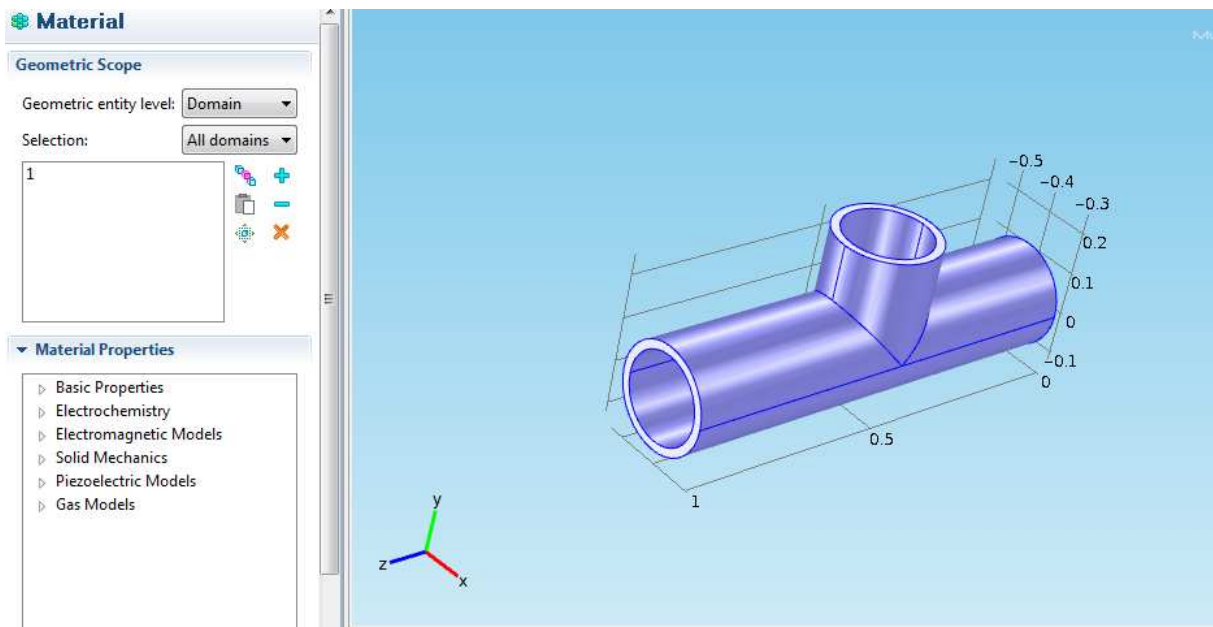


Badanym elementem jest trójnik wykonany z PCV. Gęstość PCV = 1760kg/m^3 .

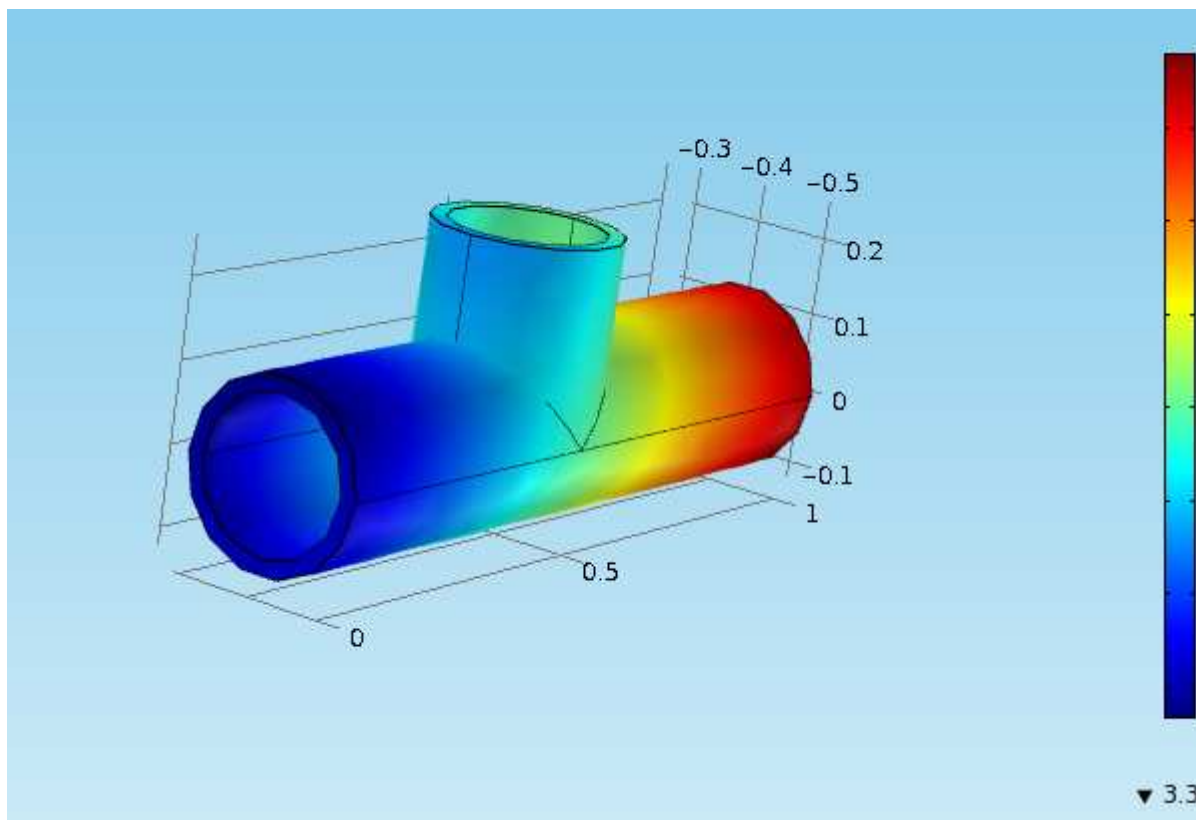
2. Przeprowadzona analiza.



Model 3D importowany do Comsol.



Przypisanie właściwości materiału PCV



Wyniki badań prędkości przepływu.

Wnioski:

Porównanie średnicy wewnętrznej $\phi 100$ a $\phi 25$ przy takim samym ciśnieniu na wejściu pokazuje że przy mniejszej średnicy ciśnienie na wyjściu jest prawie 4 krotnie większe niż w przypadku większej średnicy.