



POLITECHNIKA POZNAŃSKA
Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania
Mechanika i Budowa Maszyn



METODA ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH

PROJEKT

Prowadzący:

Dr hab. Tomasz Stręć

Wykonali:

Kubala Michał

Pomorski Damian

Grupa: KMiu

Rok akademicki: 2011/2012

Semestr: VII

Spis treści:

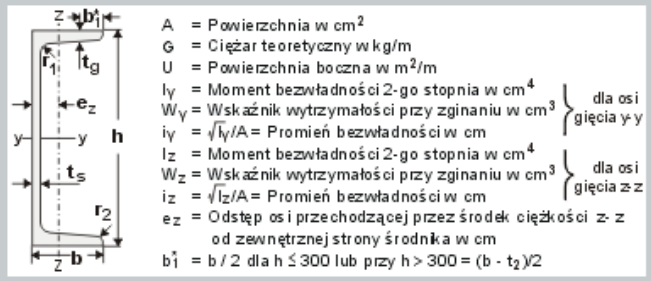
1. Analiza ugięcia belki.....	3
2. Analiza przepływu ciepła przez radiator.....	7
- aluminiowy.....	7
- miedziany.....	8
3. Analiza aerodynamiczności.....	11
- Motocykl H-D.....	13
- Motocykl Suzuki.....	13

1. Analiza ugięcia ceownika wykonanego z różnych materiałów.

Wstęp:

W tym rozdziale zostanie przeprowadzona symulacja, dzięki której możliwe będzie wyznaczenie ugięć i naprężeń w ceowniku poddanemu zginaniu osiowemu. Analiza ma charakter porównawczy, obrazujący parametry wytrzymałościowe elementu wykonanego z aluminium oraz z tytanu. Kształtownik jest wyrobem walcowanym o dużej długości oraz stałym zarysie i wymiarach przekroju poprzecznego. Ceownik jest to rodzaj kształtownika, którego przekrój poprzeczny jest zbliżony kształtem litery C. Ze względu na dużą wytrzymałość na zginanie ceownika, stosuje się go na konstrukcje nośne budynków przemysłowych (hal i wiat fabrycznych, i magazynowych), konstrukcje dźwignic, w kolejnictwie itp.

oznaczenie	wymiary				A	G	U	dla osi zginania						
	b	t _s	t _g =r ₁	r ₂				y - y			z - z			
								I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	e _z
mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm				
ceownik 50	38	5	7,0	3,5	7,12	5,59	0,229	26,4	10,6	1,92	9,12	3,75	1,13	1,37
ceownik 65	42	5,5	7,5	4	9,03	7,09	0,273	57,5	17,7	2,52	14,1	5,07	1,25	1,42
ceownik 80	45	6	8,0	4	11,0	8,64	0,312	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	1,45
ceownik 100	50	6	8,5	4,5	13,5	10,6	0,372	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	1,55
ceownik 120	55	7	9,0	4,5	17,0	13,4	0,434	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	1,60
ceownik 140	60	7	10,0	5	20,4	16,0	0,489	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75	1,75
ceownik 160	65	7,5	10,5	5,5	24,0	18,8	0,546	925	116	6,41	85,3	18,3	1,89	1,84
ceownik 180	70	8	11,0	5,5	28,0	22,0	0,611	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	1,92
ceownik 200	75	8,5	11,5	6	32,2	25,3	0,661	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	2,01
ceownik 220	80	9	12,5	6,5	37,4	29,4	0,718	2690	245	8,48	197	33,6	2,30	2,14
ceownik 240	85	9,5	13,0	6,5	42,3	33,2	0,775	3600	300	9,22	248	39,6	2,42	2,23
ceownik 260	90	10	14,0	7	48,3	37,9	0,834	4820	371	9,99	317	47,7	2,56	2,36
ceownik 280	95	10	15,0	7,5	53,3	41,8	0,890	6280	448	10,9	399	57,2	2,74	2,53
ceownik 300	100	10	16,0	8	58,8	46,2	0,950	8030	535	11,7	495	67,8	2,90	2,70
ceownik 320	100	14	17,5	8,75	75,8	59,5	0,982	10870	679	12,2	597	80,6	2,81	2,60
ceownik 350	100	14	16,0	8	77,3	60,6	1,050	12840	734	12,9	570	75,0	2,72	2,40
ceownik 380	102	13,5	1,06	8	80,4	63,1	1,110	15760	829	14,0	615	78,7	2,77	2,38
ceownik 400	110	14	18,0	9	91,5	71,8	1,180	20350	1020	14,9	846	102	3,04	2,65



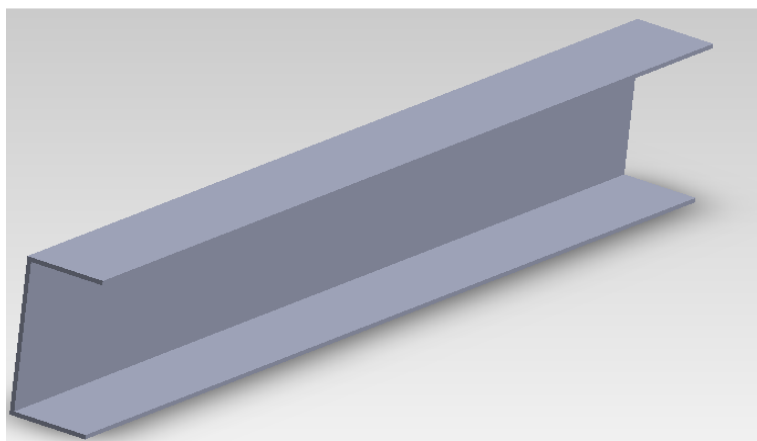
- A = Powierzchnia w cm²
- G = Ciężar teoretyczny w kg/m
- U = Powierzchnia boczna w m²/m
- I_y = Moment bezwładności 2-go stopnia w cm⁴
- W_y = Wskaźnik wytrzymałości przy zginaniu w cm³
- i_y = √I_y/A = Promień bezwładności w cm
- I_z = Moment bezwładności 2-go stopnia w cm⁴
- W_z = Wskaźnik wytrzymałości przy zginaniu w cm³
- i_z = √I_z/A = Promień bezwładności w cm
- e_z = Odstęp osi przechodzącej przez środek ciężkości z - z od zewnętrznej strony środka
- b₁ = b / 2 dla h ≤ 300 lub przy h > 300 = (b - t₂) / 2

PN-H-93400:2003
DIN 1026-1:2000
PN-EN 10279:2003
EN 10279:2000

Dane wejściowe:

- ceownik nr 1 –alumiowy:
 - Rodzaj: zwykły
 - Materiał: stop aluminium
 - Długość: $l = 1000 \text{ mm}$,
 - Wysokość: $h = 100 \text{ mm}$
 - Szerokość podstawy: $s = 50 \text{ mm}$
 - Moduł Younga: $E = 7 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$
 - Współczynnik Poissona: $\nu = 0,33$
 - Gęstość: $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$

- ceownik nr 2 – tytanowy:
 - Rodzaj: zwykły
 - Materiał: stop tytanu
 - Długość: $l = 1000 \text{ mm}$,
 - Wysokość: $h = 100 \text{ mm}$
 - Szerokość podstawy: $s = 50 \text{ mm}$
 - Moduł Younga: $E = 11,0 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$
 - Współczynnik Poissona: $\nu = 0,33$
 - Gęstość: $\rho = 4500 \text{ kg/m}^3$

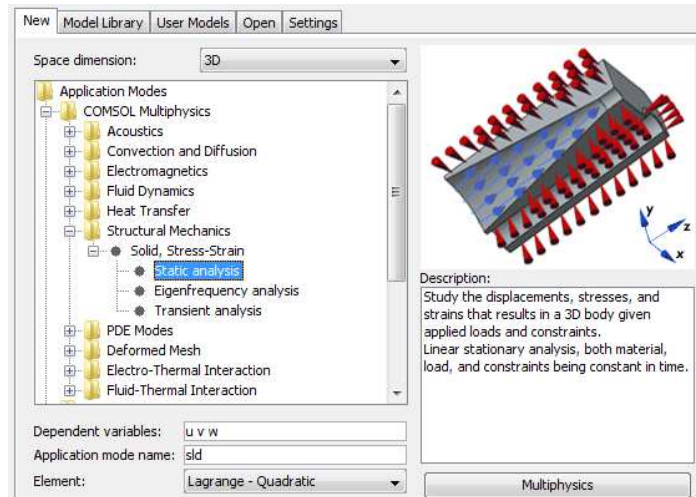


Rys. 1.1. Rysunek ceownika wykonany w programie SolidWorks 2011 Professional

Ceowniki obciążono siłą na ich całej długości, umocowanie zostało wykonane z jednej strony.

Przebieg symulacji:

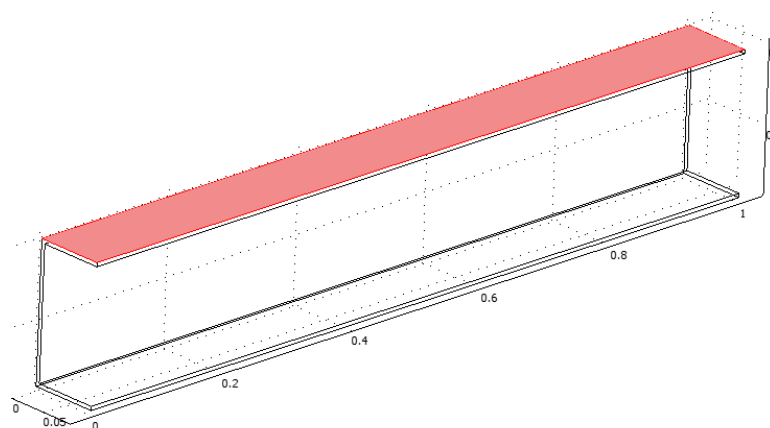
Symulacja dla obu rodzajów elementów została przeprowadzona w programie COMSOL Multiphysics, w module „Structural Mechanics”, pod module „Solid, Stress-Strain” dla analizy statycznej „Static analysis”. Analiza ma charakter trójwymiarowy 3D.



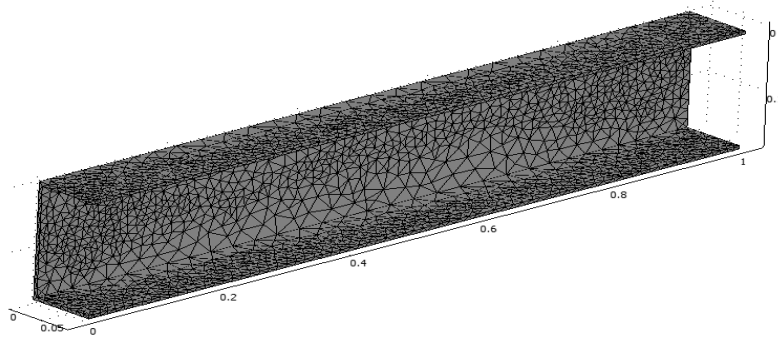
Rys. 1.2. Wykorzystywany moduł programu COMSOL Multiphysics

Ceownik aluminiowy:

Analizowany ceownik nr 1 obciążono w osi Z siłą $N = 9000 \text{ N/m}^3$. Siła zwrócona jest w dół, dlatego w programie oznacza się jej wartość z minusem. Siła działa na całej powierzchni górnej płaszczyzny ceownika, zaprezentowanej na rysunku 1.3.

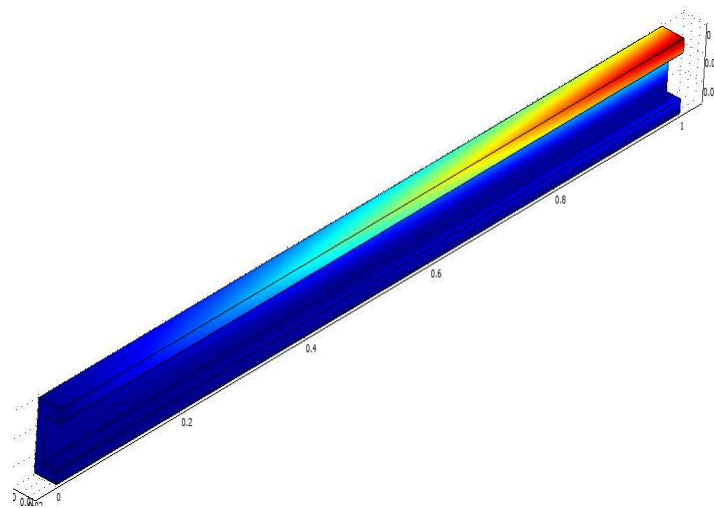


Rys. 1.3. Obciążona płaszczyzna ceownika



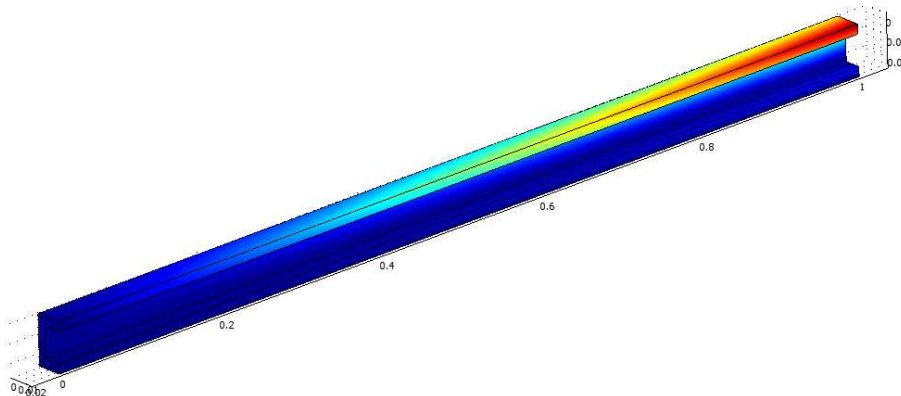
Rys. 1.4. Siatka elementów skończonych

Poniżej znajduje się zobrazowane przemieszczenie po obciążeniu ceownika nr 1 w zamocowaniu jednostronnym. Ugięcie maksymalne belki, umiejscowione na krawędzi przeciwnej zamocowaniu, wynosi $y = 1,076 \cdot 10^{-6}$ m.



Rys. 1.5. Ugięcie belki zamocowanej jednostronnie

Poniżej znajduje się zobrazowane przemieszczenie po obciążeniu ceownika nr 2 w zamocowaniu jednostronnym. Ugięcie maksymalne belki, umiejscowione na krawędzi przeciwnej zamocowaniu, wynosi $y = 1,183 \cdot 10^{-6}$ m.



Rys. 1.6. Ugięcie belki zamocowanej jednostronnie

Wnioski:

Po przeprowadzonej analizie ugięcia ceowników wykonanych ze stopów aluminium oraz stopów tytanu, utwierdzonych z jednej strony oraz obciążonych siłą ciągłą na całej długości możemy stwierdzić iż ich maksymalne ugięcia nie różnią się zbyt wiele. Niewiele mniejsze ugięcie wystąpiło w przypadku analizy ceownika aluminiowego. Jego dodatkową zaletą jest dużo niższa cena.

2. Przepływ ciepła w radiatorze w zależności od materiału radiatora.

Wstęp:

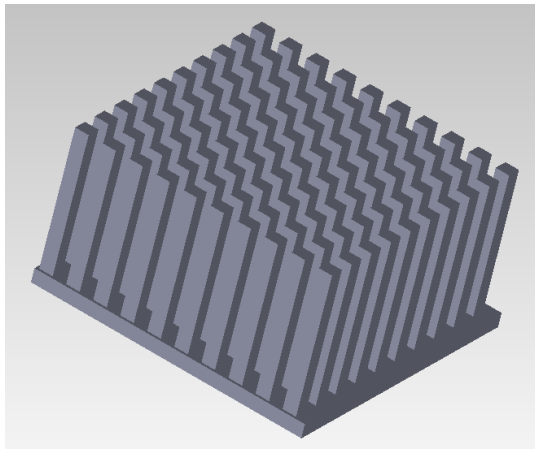
Zostanie przeprowadzona symulacja przedstawiająca przepływ ciepła w podgrzewanym radiatorze. Analiza ma charakter porównawczy – informacją zwrotną będzie nie tylko sposób przepływu ciepła w danym radiatorze, ale również zależność przepływu od materiału. Radiator, inaczej rozpraszacz ciepła, jest stosowanym w elektrotechnice elementem ułatwiającym szybkie odprowadzenie i rozproszenie ciepła wydzielonego podczas pracy zespołu. Inaczej mówiąc, radiator pozwala na odprowadzenie ciepła z jednego elementu do drugiego, a w przypadku jego braku bezpośrednio do otoczenia. Jest montowany na procesorach komputerowych, przez co zmniejsza ich nagrzanie, a przez to usprawnia ich pracę. Płaska płyta metalowa jest najprostszą formą radiatora, ale nie jest to rozwiązanie najbardziej efektywne. W większości wypadków stosuje się bardziej skomplikowane konstrukcje, które optymalizują koszt, rozmiary i wagę radiatora.

Dane wejściowe:

Analizowane są 2 rodzaje radiatorów o różnych materiałach .

- Radiator nr 1 – aluminiowy:
 - Materiał: aluminium
 - Przeznaczenie: na procesor
 - Szerokość: $s = 117$ mm,
 - Wysokość: $h = 100$ mm
 - Głębokość: $g = 80$ mm
 - Waga: $m = 54$ g

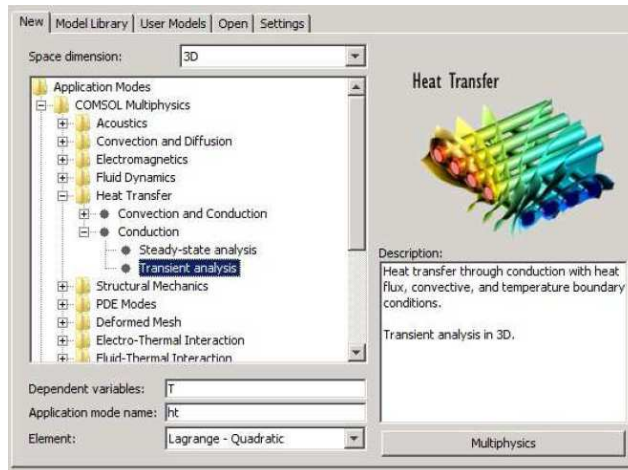
- Radiator nr 2 – miedziany:
 - Materiał: miedziany
 - Przeznaczenie: na procesor
 - Szerokość: $s = 117 \text{ mm}$,
 - Wysokość: $h = 100 \text{ mm}$
 - Głębokość: $g = 80 \text{ mm}$
 - Waga: $m = 54 \text{ g}$
 - Przeznaczenie: na procesor



Rys. 2.1. Rysunek radiatora nr 1 i 2, wykonany w programie SolidWorks 2011 Professional

Przebieg symulacji:

Symulacja dla obu rodzajów elementów została przeprowadzona w programie COMSOL Multiphysics, w module „Heat Transfer”, pod module „Conduction” dla analizy krótkotrwałej „Transient analysis”. Analiza ma charakter trójwymiarowy 3D.



Rys. 2.3. Wykorzystywany moduł programu COMSOL Multiphysics

Problem zostanie rozwiązany na podstawie równania odnoszącego się do przewodnictwa cieplnego, podanego poniżej:

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

gdzie:

δ_{ts} – współczynnik skalowania w czasie,

ρ – gęstość [kg/m³],

C_p – pojemność cieplna [J/(kg · K)],

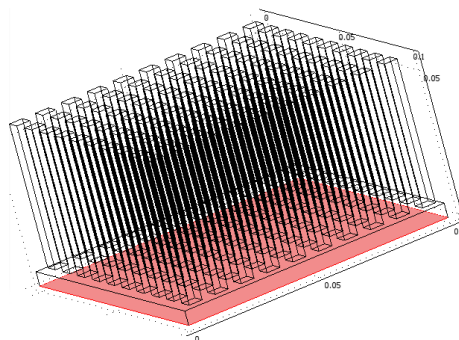
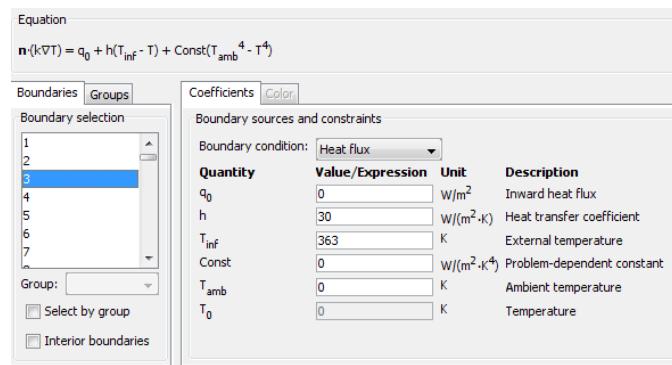
T - temperatura [K],

t - czas [s],

k - tensor przewodności cieplnej [W/(m · K)],

Q - źródło ciepła [W/m³].

Poniżej zaprezentowano warunki brzegowe dla powierzchni ogrzewanej – rysunek 2.4., oraz dla pozostałych powierzchni – rysunek 2.5.



Rys. 2.4. Warunki brzegowe dla powierzchni nagrzewanej radiatora nr 1 i 2

Equation

$$\mathbf{n} \cdot (k \nabla T) = q_0 + h(T_{inf} - T) + \text{Const}(T_{amb}^4 - T^4)$$

Boundaries **Groups**

Boundary selection

1
2
3
4
5
6
7

Group:

Select by group

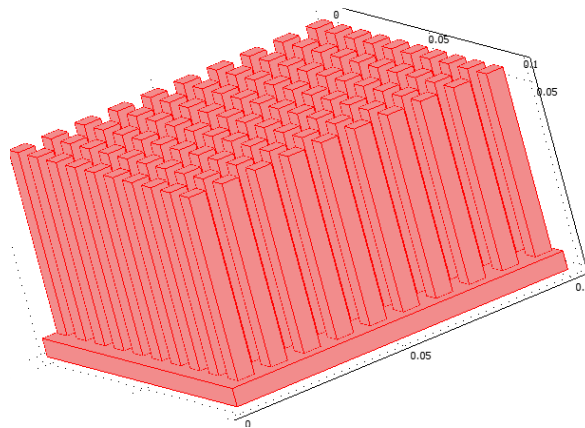
Interior boundaries

Coefficients **Color**

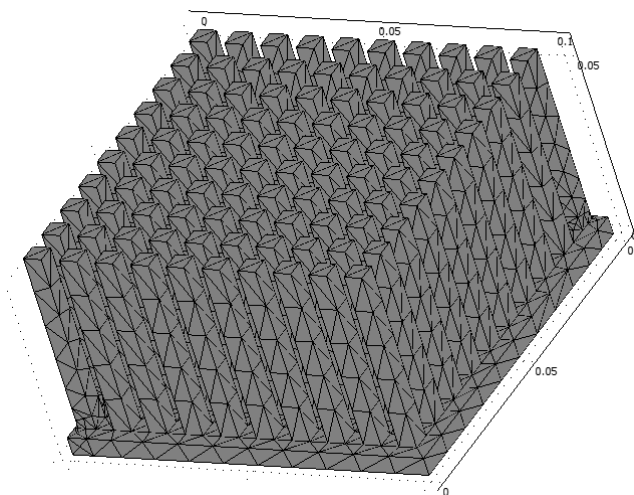
Boundary sources and constraints

Boundary condition: Heat flux

Quantity	Value/Expression	Unit	Description
q_0	0	W/m ²	Inward heat flux
h	6	W/(m ² ·K)	Heat transfer coefficient
T_{inf}	300	K	External temperature
Const	0	W/(m ² ·K ⁴)	Problem-dependent constant
T_{amb}	0	K	Ambient temperature
T_0	0	K	Temperature

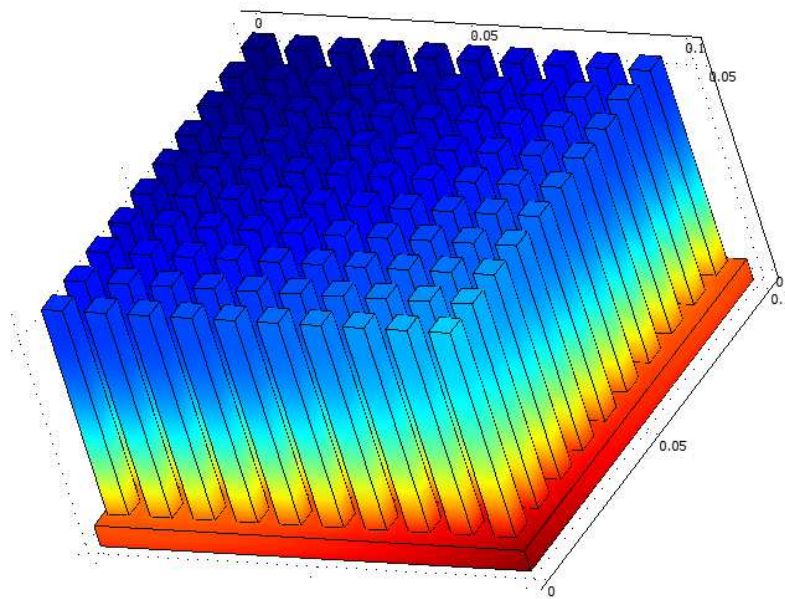


Rys. 2.5. Warunki brzegowe dla pozostałej powierzchni radiatora nr 1 i 2

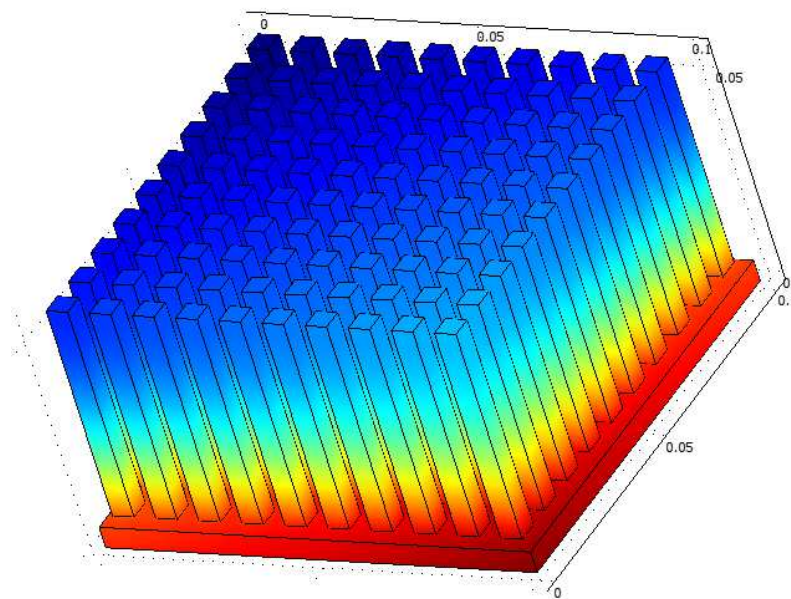


Rys. 2.6. Siatka elementów skończonych

Analiza porównawcza przepływu ciepła przez radiator o części chłodzącej wykonanej z różnych materiałów.



Rys. 2.7. Przewodzenie ciepła przez radiator nr 1



Rys. 2.8. Przewodzenie ciepła przez radiator nr 2

Wnioski:

Po przeprowadzonej analizie porównawczej możemy stwierdzić iż radiator wykonany z miedzi osiągnął niższą temperaturę maksymalną co świadczy o lepszym odprowadzeniu ciepła. Należy zaznaczyć iż w takim przypadku trzeba rozważyć kwestię ekonomiczną ponieważ mimo tego że miedź lepiej odprowadza ciepło jest ona zarazem dużo droższa od aluminium a różnica w odprowadzaniu nie jest aż na tyle znaczna.

3. Analiza aerodynamiczności motocykla Harley Davidson typu chopper oraz motocykla suzuki typu street fighter.

Wstęp:

Dokonyamy analizy przepływu powietrza wokół motocykla klasycznego i sportowego

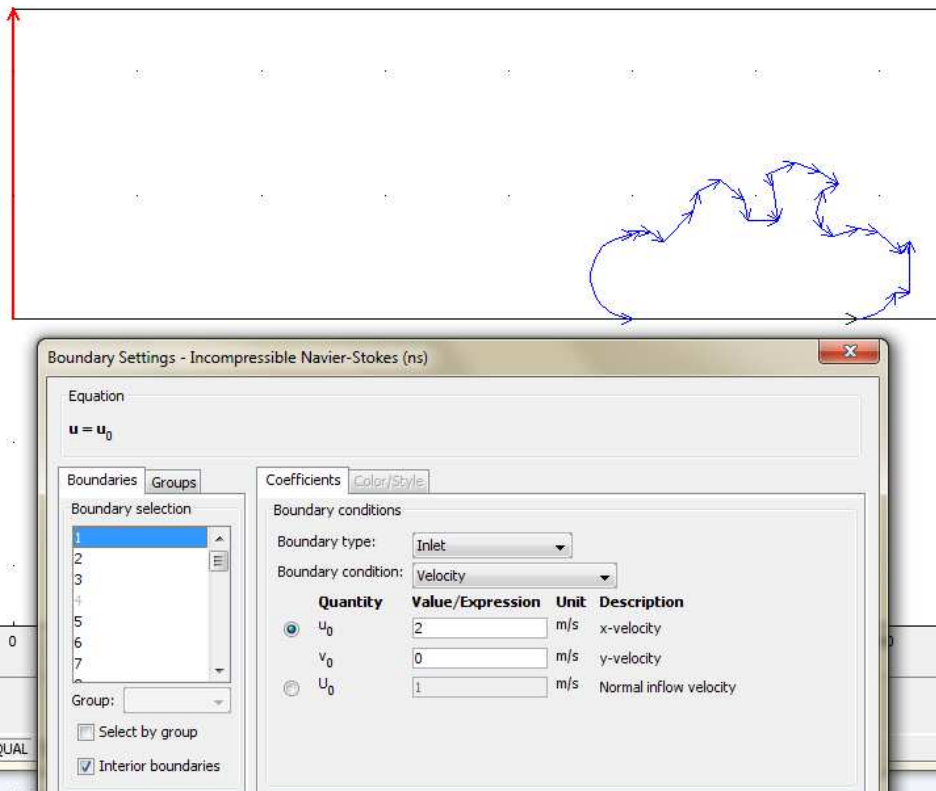


Rys. 3.1. Motocykl Harley Davidson V-rod nighroad

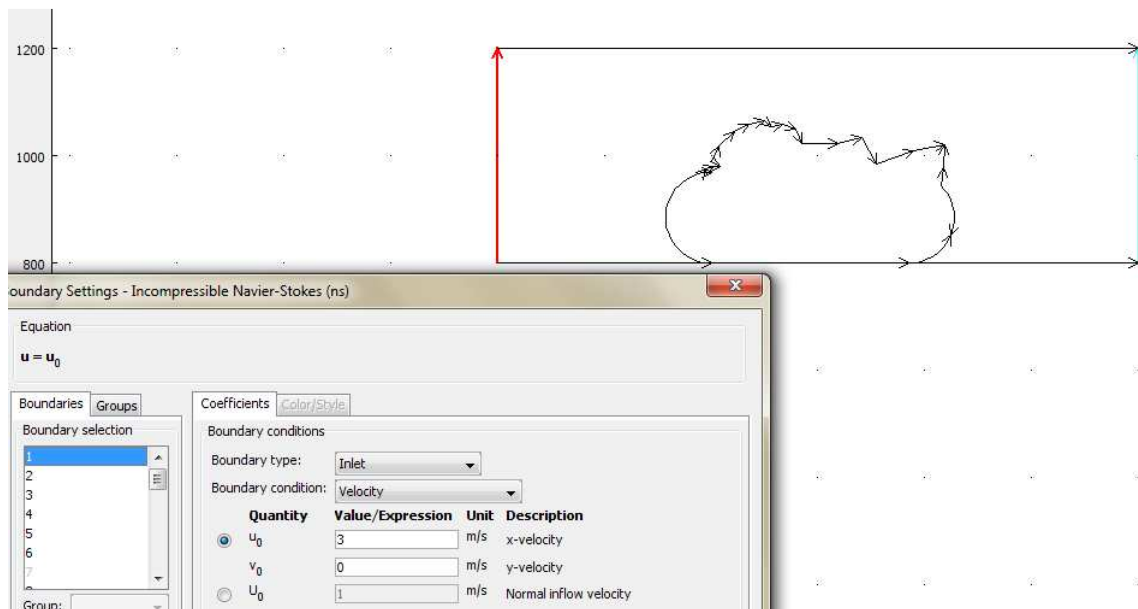


Rys. 3.2. Motocykl Suzuki GSX-R 1000

Dane wejściowe:

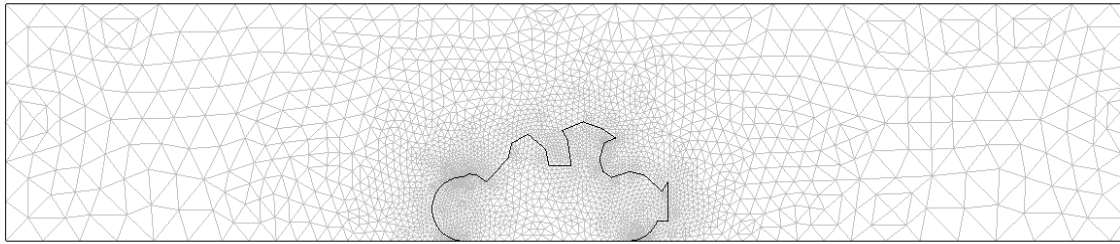


Rys.3.3. Warunki brzegowe motocykla nr 1

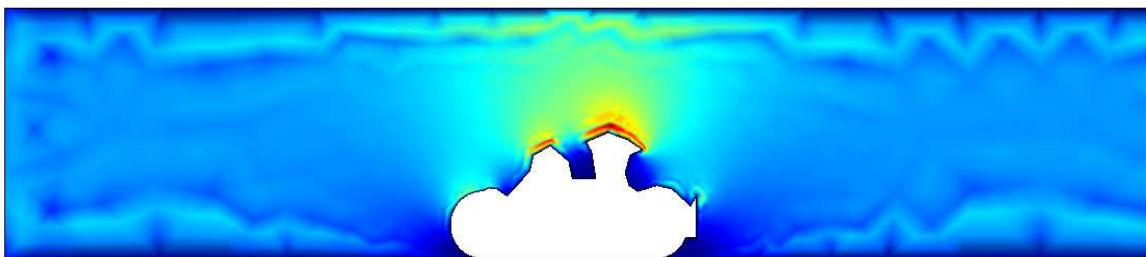


Rys.3.4. Warunki brzegowe motocykla nr 2

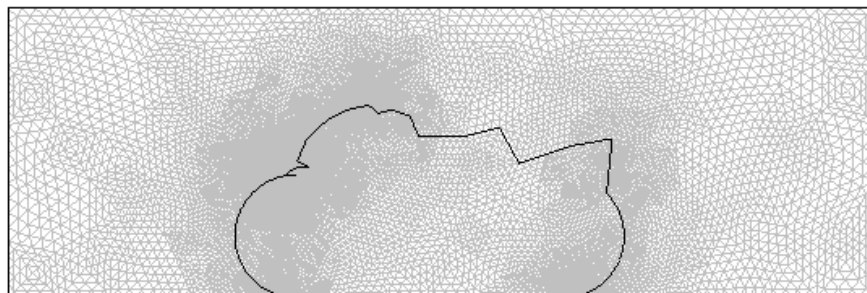
Przebieg symulacji:



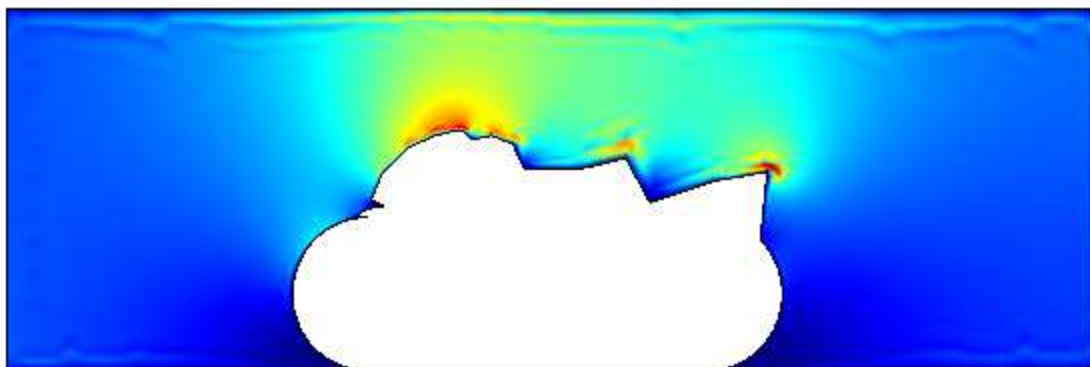
Rys. 3.5. Siatka stworzona na zaimportowanej geometrii motocykla



Rys. 3.6. Przepływ powietrza wokół motocykla Harley Davidson



Rys. 3.7. Rys. 3.5. Siatka stworzona na zaimportowanej geometrii motocykla



Rys. 3.6. Przepływ powietrza wokół motocykla Suzuki

Wnioski:

Przeprowadzone porównania ujawnia lepszą aerodynamikę motocykla sportowego w tunelu. Zaobserwować można to na wykresach- prędkość przepływu. Jest to dwukrotna różnica uzyskiwanych wartości w przypadku obu pojazdów. Łatwo zatem wyciągnąć wnioski, iż działanie tego samego ośrodka na pojazd drugi będzie bardziej destruktywne, podobnie jego osiągi spadną, w związku z większym oporem powietrza.