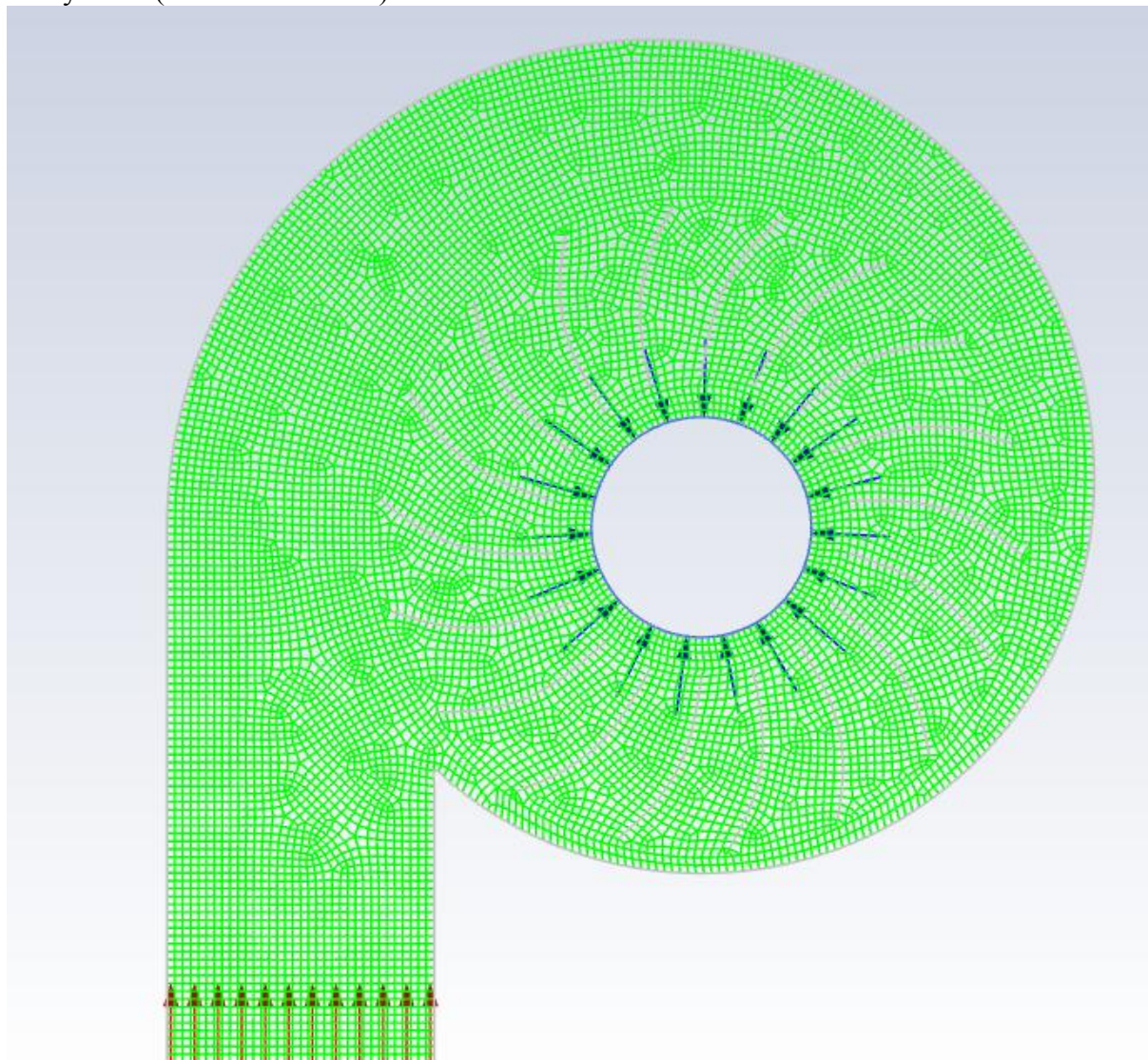


**Obliczenia przepływu powietrza przez wentylator**  
**Komputerowa analiza przepływów sob. 12:15-16:00**  
**Prowadzący: Prof. Janusz Piechna**

## 1. Model geometryczny i siatka

Wersja wentylatora wybrana do tej analizy to wentylator w tył.

Przepływ analizowany w tym zagadnieniu jest 2-wymiarowy. Przepływ będzie realizowany dla czynnika nieściśliwego, jakim jest powietrze dla prędkości niższych niż  $0,3\text{Ma}$ . Wlot odbywa się wewnątrz wentylatora (niebieskie strzałki), wylot na końcu rury wychodzącej z wentylatora (czerwone strzałki).



Rys. 1.1. widok pełnego modelu elementów skończonych w analizowanym zagadnieniu

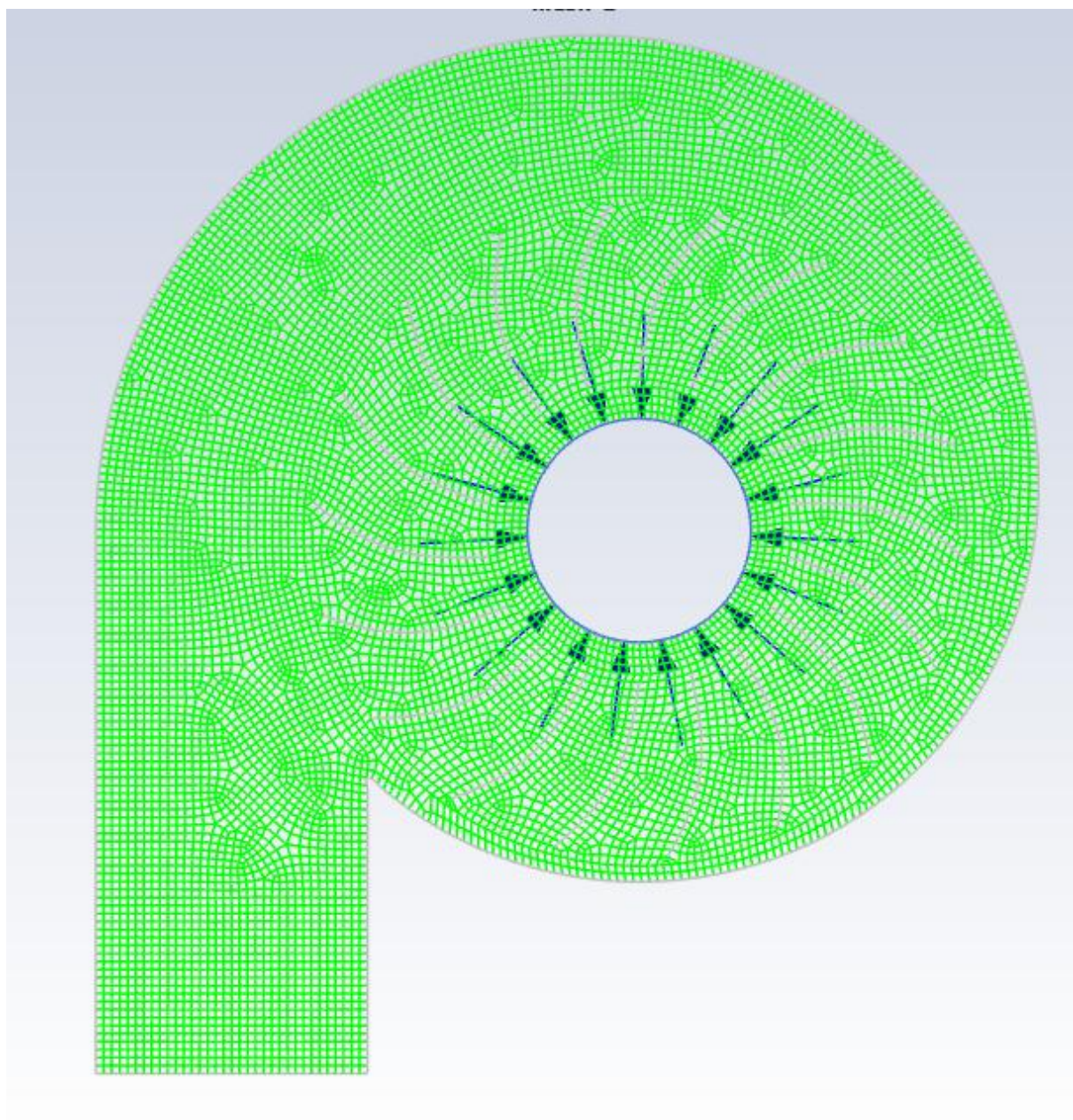
## 2. Pre-processing i proces obliczeń

Solver - bazujący na ciśnieniu - w przypadku czynnika nieściśliwego

Model lepkościowy użyty w obliczeniach - Spalart-Allmaras, ze standardowymi wartościami.

Warunki brzegowe - wlot z ciśnieniem otoczenia (atmosferyczne,  $101325\text{ Pa}$ ; gauge pressure=0)

Wylot - Pressure outlet, ciśn. manometryczne=0 w przypadku w pełni otwartym; wylot traktowany jako wall w przypadku pomiaru ciśnienia max



Rys. 2.1. Model dla zamkniętego wylotu



**Create/Edit Materials**

Name:

Material Type:

Order Materials by: ☒ Name ☐ Chemical Formula

Chemical Formula:

Fluent Fluid Materials:

Mixture:

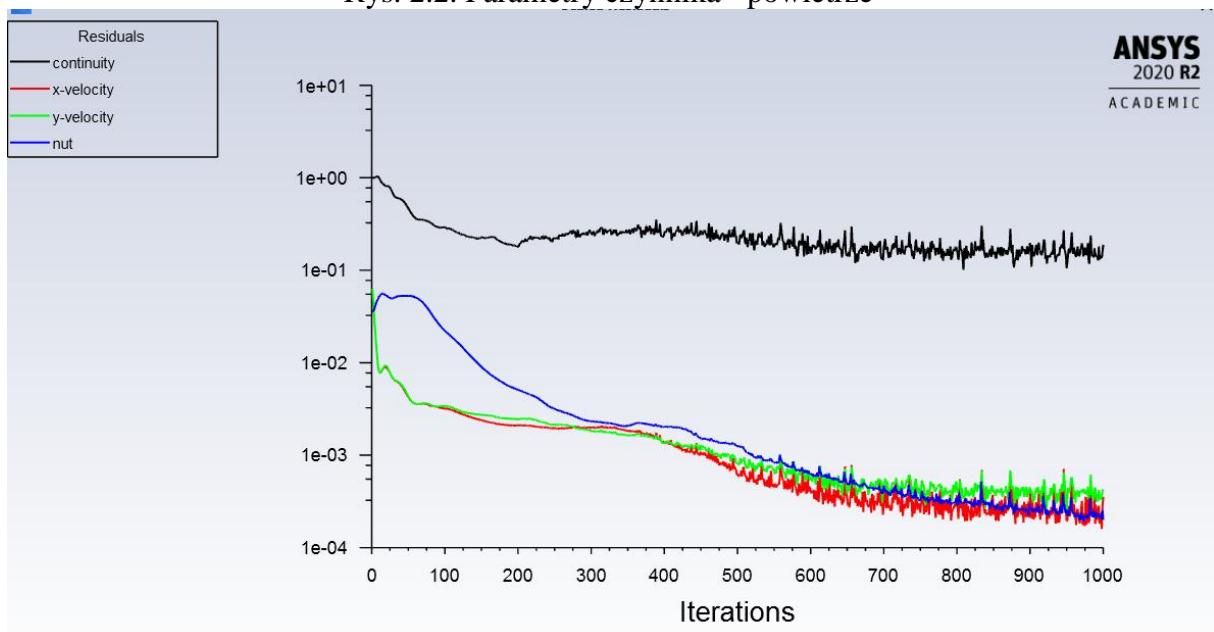
Fluent Database...  
GRANTA MDS Database...  
User-Defined Database...

**Properties**

Density (kg/m3):

Viscosity (kg/m-s):

Rys. 2.2. Parametry czynnika - powietrze



Rys 2.3. Wykres rezyduów w analizowanym zagadnieniu

Symulacja nie zbiega się do wartości 0,001 continuity, po 1000 iteracji obliczenia zakończono (wówczas continuity na poziomie  $1,88 \cdot 10^{-1}$ ). Wartości błędu obliczeń na końcu dla poszczególnych parametrów wynoszą:

- prędkość X - około  $3,5 \cdot 10^{-4}$
- prędkość Y - poniżej  $4,25 \cdot 10^{-4}$
- lepkość dynamiczna - około  $1,99 \cdot 10^{-4}$

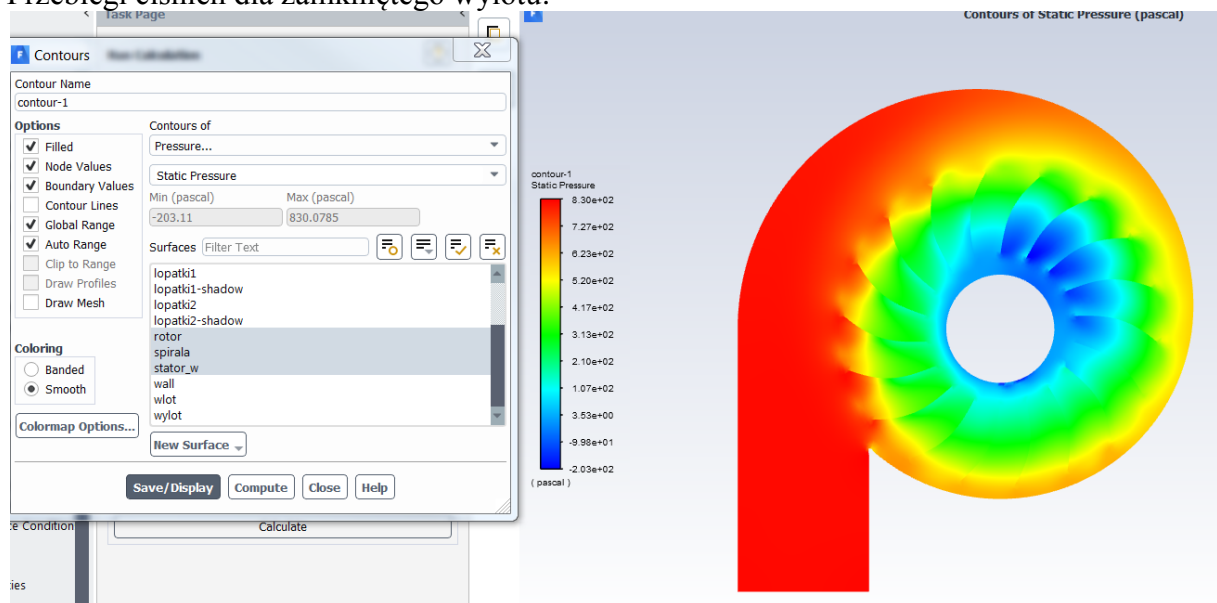
```
Reversed flow on 51 faces (44.7% area) of pressure-inlet 5.  
1000 1.8874e-01 3.5459e-04 4.2576e-04 1.9975e-04 0:00:00 0
```

Rys. 2.4. wartości błędów w zakończonych obliczeniach

Dalszy ciąg obliczeń zaprezentowano w kolejnym rozdziale.

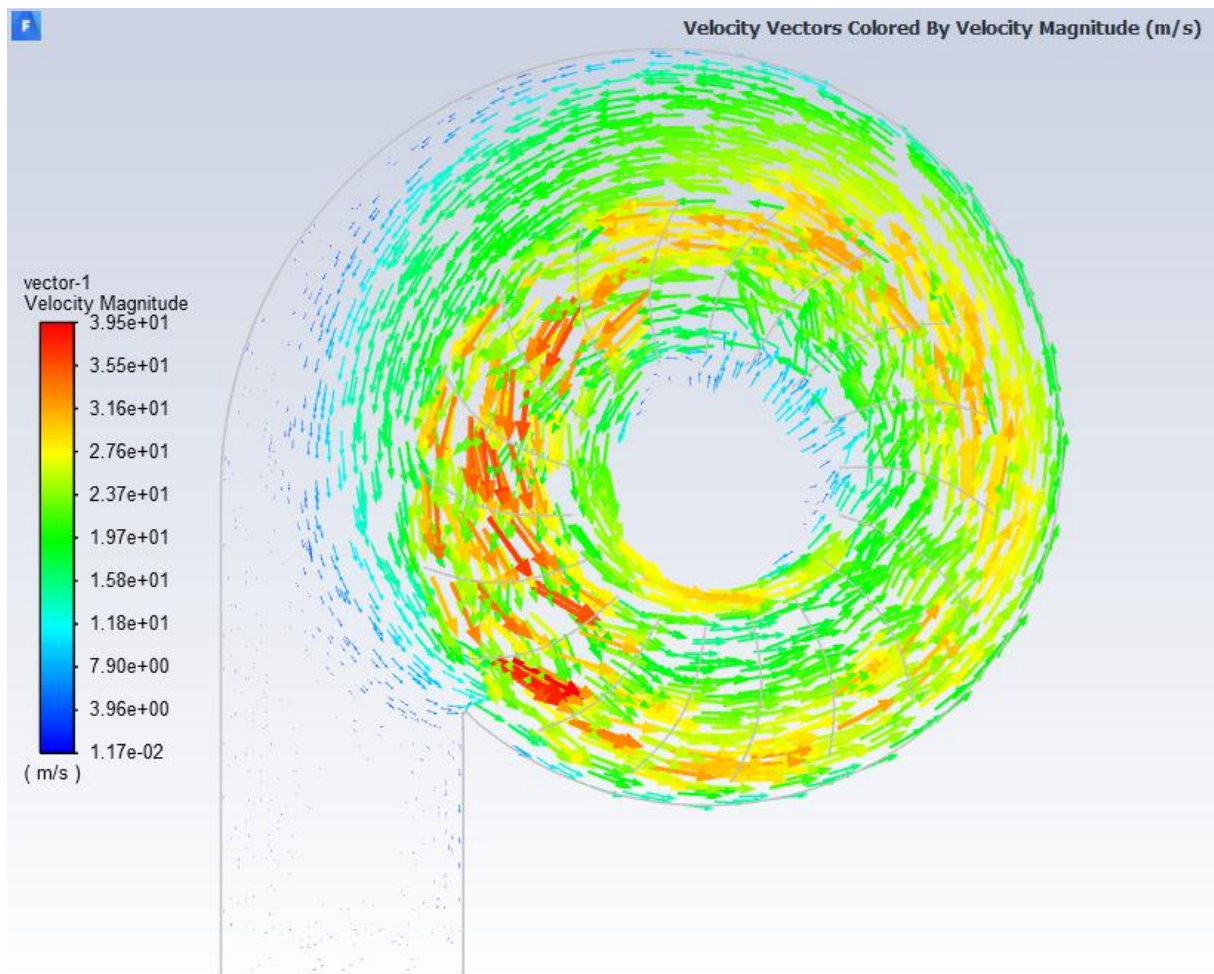
### 3. Wyniki i wnioski:

Przebiegi ciśnień dla zamkniętego wylotu:

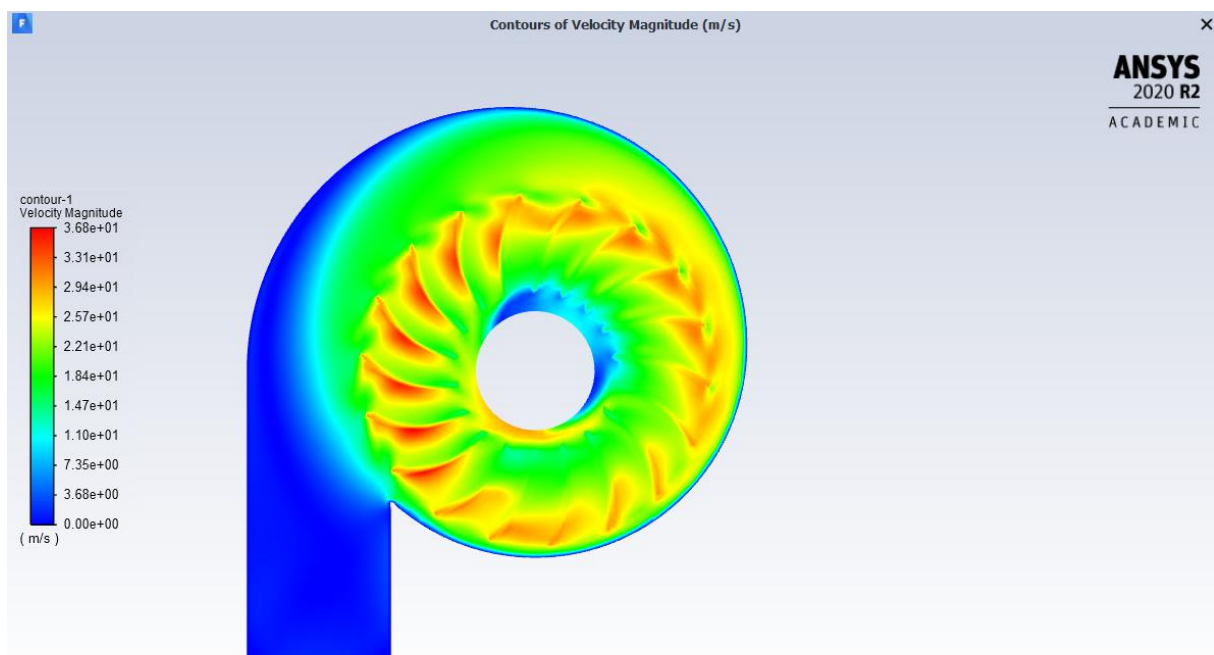


Rys. 3.1. Ciśnienie statyczne - max 830 Pa, min -203 Pa

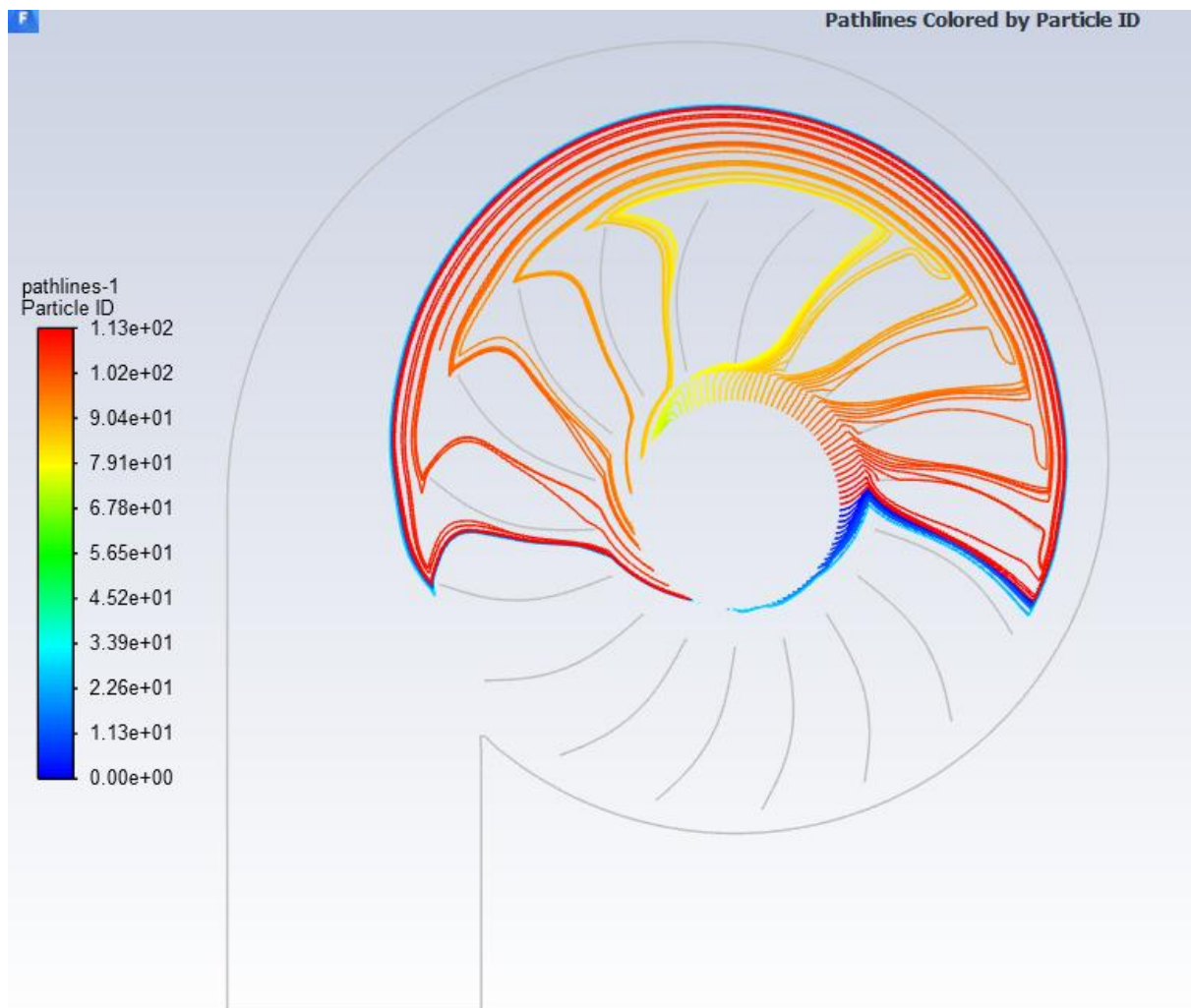
Przebiegi prędkości:



Rys. 3.2. wektory prędkości



Rys. 3.3. przebiegi prędkości - max 36,8 m/s



Rys. 3.4. linie prądu z wlotu wentylatora

Brak wylotu powoduje brak cyrkulacji powietrza - co widać na rysunku z liniami prądu wewnątrz wentylatora.

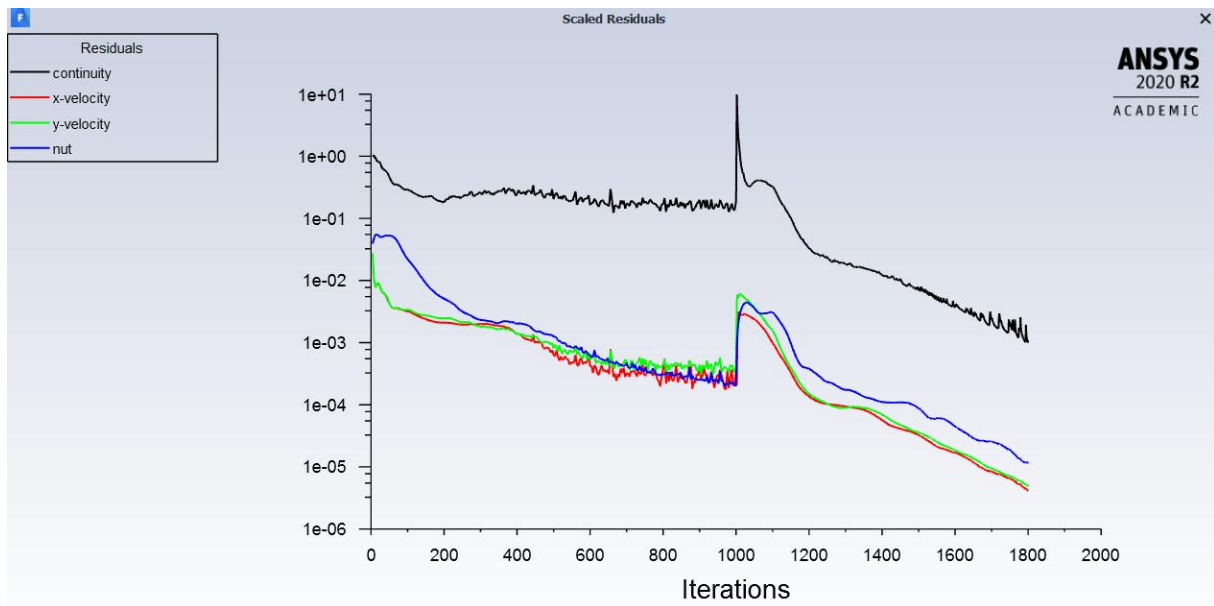
Oczywiście wydatek na wylocie z wentylatora w przypadku zamkniętym jest równy 0 (mamy zatem pierwszy punkt do wykresu  $p(Q)$ )

Następny krok to obliczenia z otwartym wylotem:

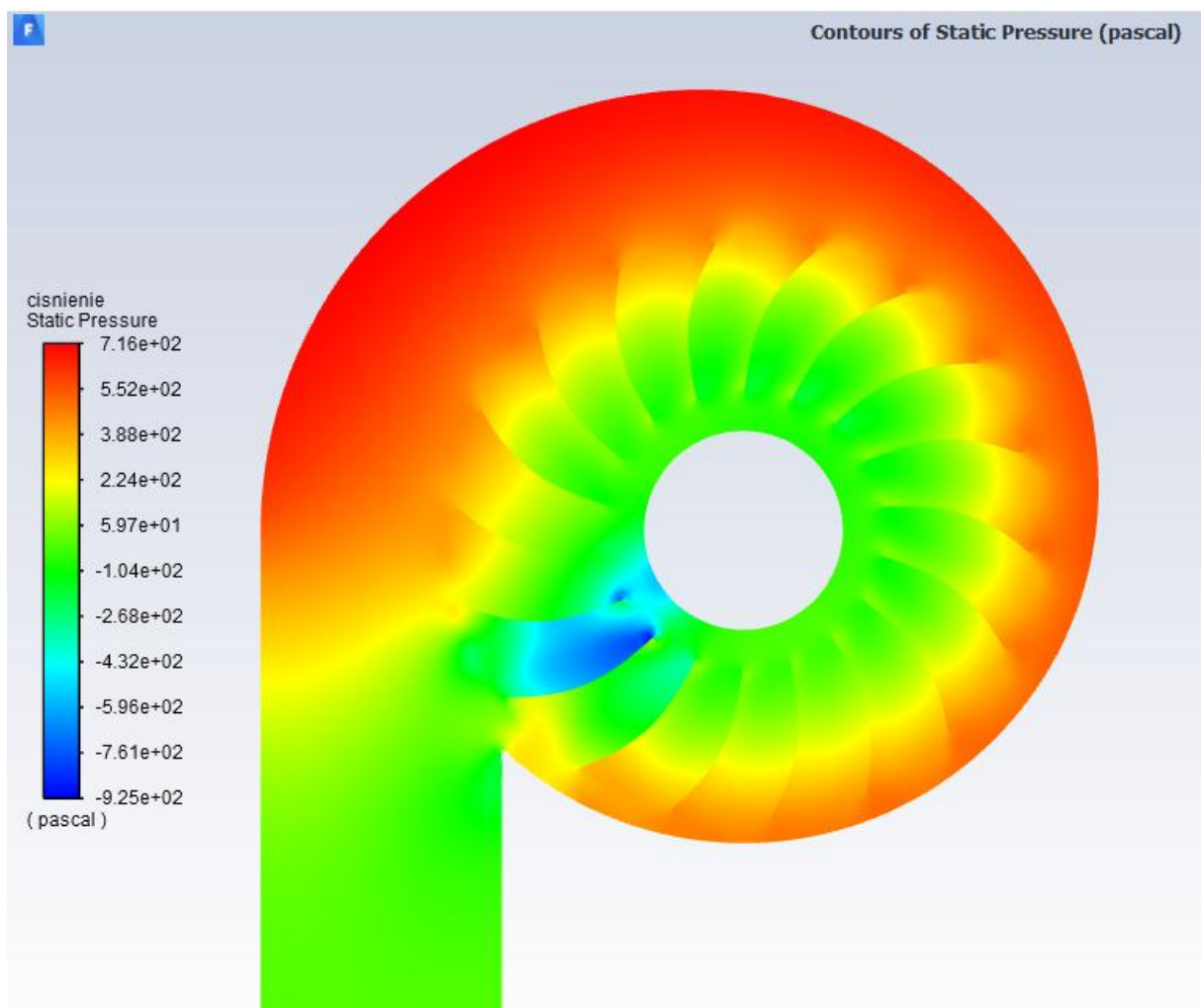
```
! 1801 solution is converged
1801 9.9773e-04 4.1081e-06 4.8562e-06 1.1858e-05 0:00:25 199
```

Rys. 3.5. poziom dokładności continuity, x-velocity, y-velocity oraz nut (lepkość dynamiczna)

W tych obliczeniach przepływ jest płynny wobec tego solver nie ma problemów z ustaleniem równowagi i zejściem do odpowiednich dokładności.



Rys 3.6. Wykres rezyduów w analizowanym zagadnieniu



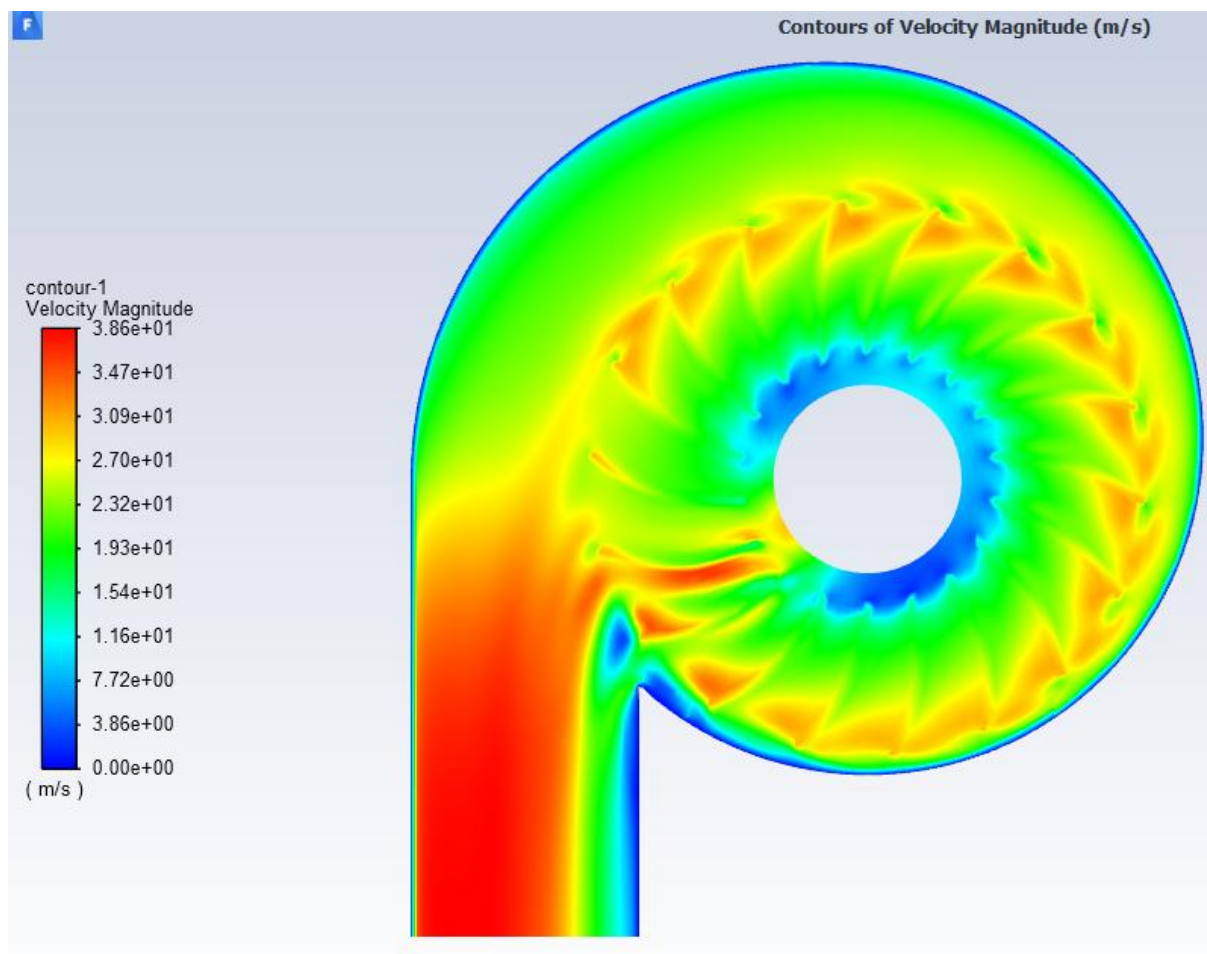
Rys. 3.7. ciśnienie statyczne przy otwartym wylocie



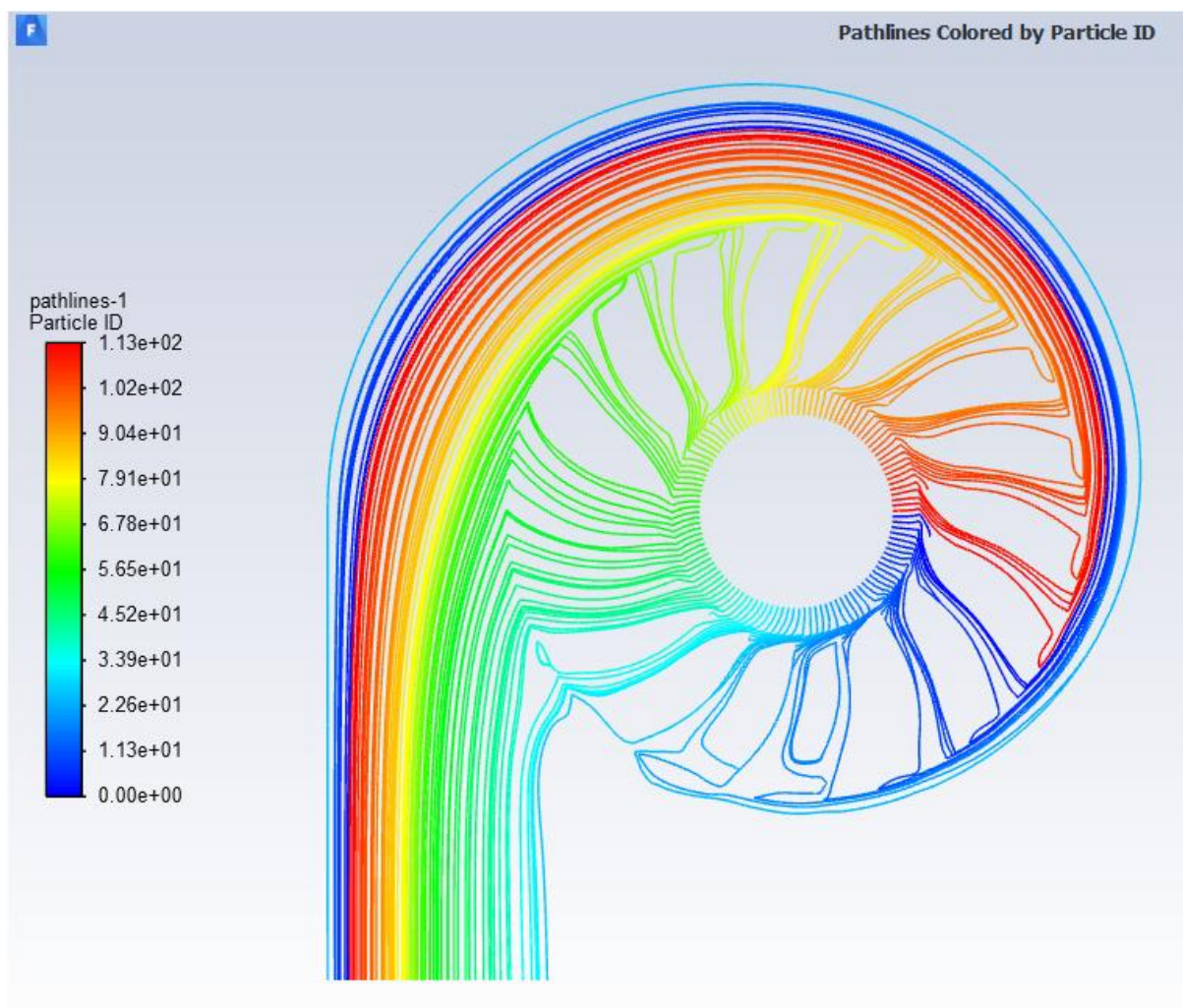
Mass Flow Rate	(kg/s)
wlot	6.3702717
wylot	-6.3702755
Net	-3.8146973e-06

Rys. 3.8. wydatek na wlocie i wylocie

Zatem kolejny punkt do obliczeń to nadciśnienie 0 Pa na wylocie i wydatek maksymalny 6,37 kg/s (dla osi Z równej 1m, wartość referencyjna).



Rys. 3.9. przebiegi prędkości - max 38,6 m/s

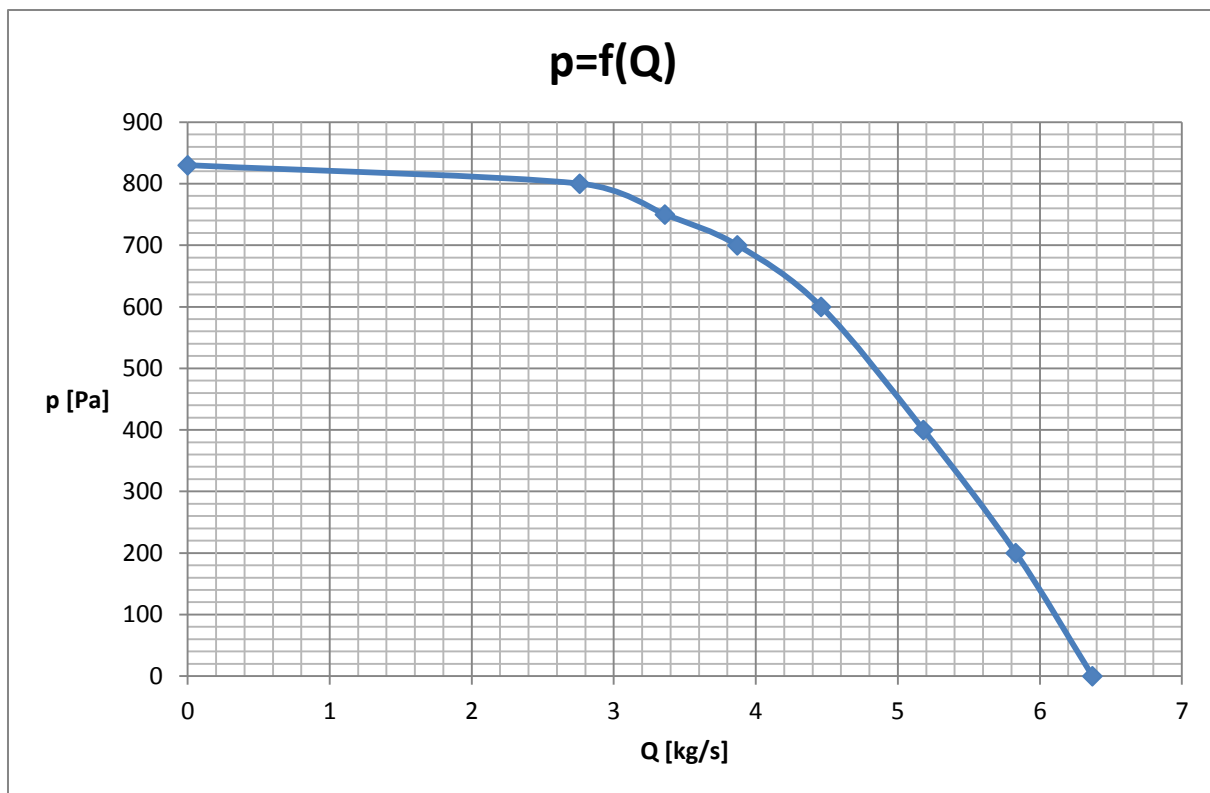


Rys. 3.10. linie prądu przy otwartym wylocie

Kolejny krok analizy wentylatora to zmiana warunków brzegowych w oparciu o 2 pierwsze symulacje - skoro ciśnienie max przy zamkniętym wentylatorze to 830 Pa, to warunek pressure outlet zostanie przetestowany z kilkoma wartościami ciśnienia pomiędzy 0 i 830 Pa. W ten sposób, po sprawdzeniu wydatku otrzymujemy tabelę:

Q [kg/s]	p [Pa]
0	830
2,76	800
3,36	750
3,87	700
4,46	600
5,18	400
5,83	200
6,37	0

Tabela 3.1. tabela wydatku wentylatora w zależności od ciśnienia na wylocie



Wykres 3.1. wykres wydátku wentylatora w zaleŹnoŹci od ciŹnienia na wylocie