

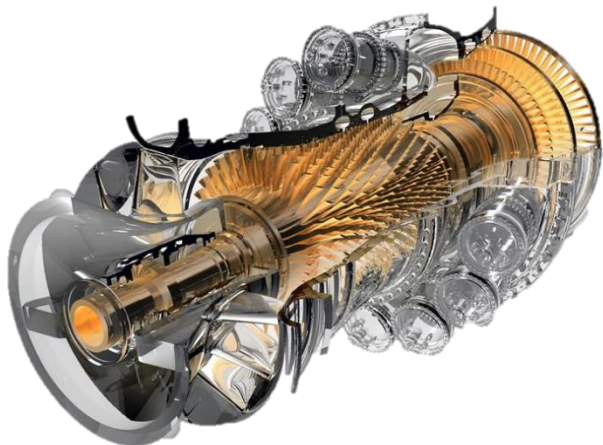
Maszyny rotodynamiczne – kinematyka przepływu

mgr inż. Tomasz Siwek
Katedra Maszyn Ciepłych i Przepływowych WEiP

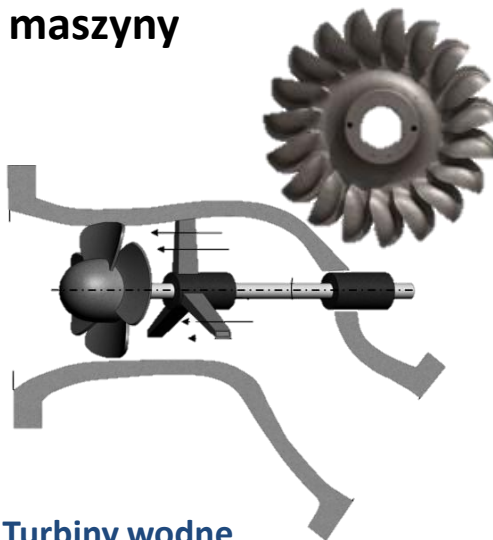
Kraków, 25.04.2013r.

Systematyka maszyn rotodynamicznych

SILNIKI – energia z płynu na wał maszyny



Turbiny parowe i gazowe



Turbiny wodne



Turbiny wiatrowe

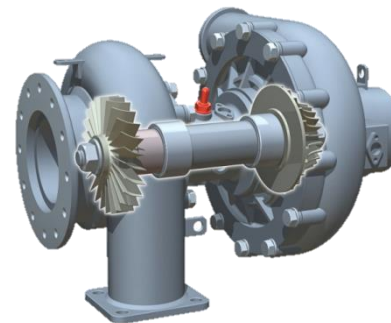
MASZYNY ROBOCZE – energia z wału do płynu



Pompy

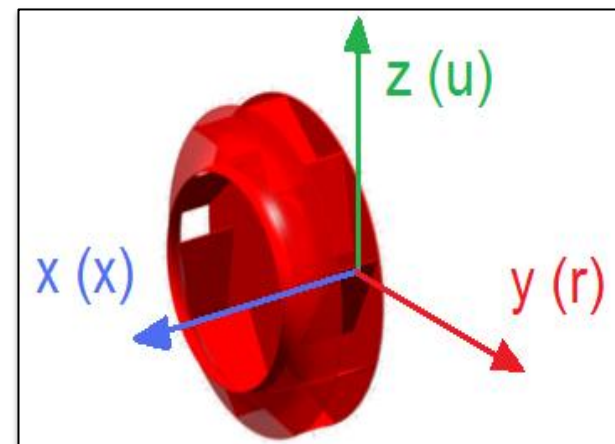
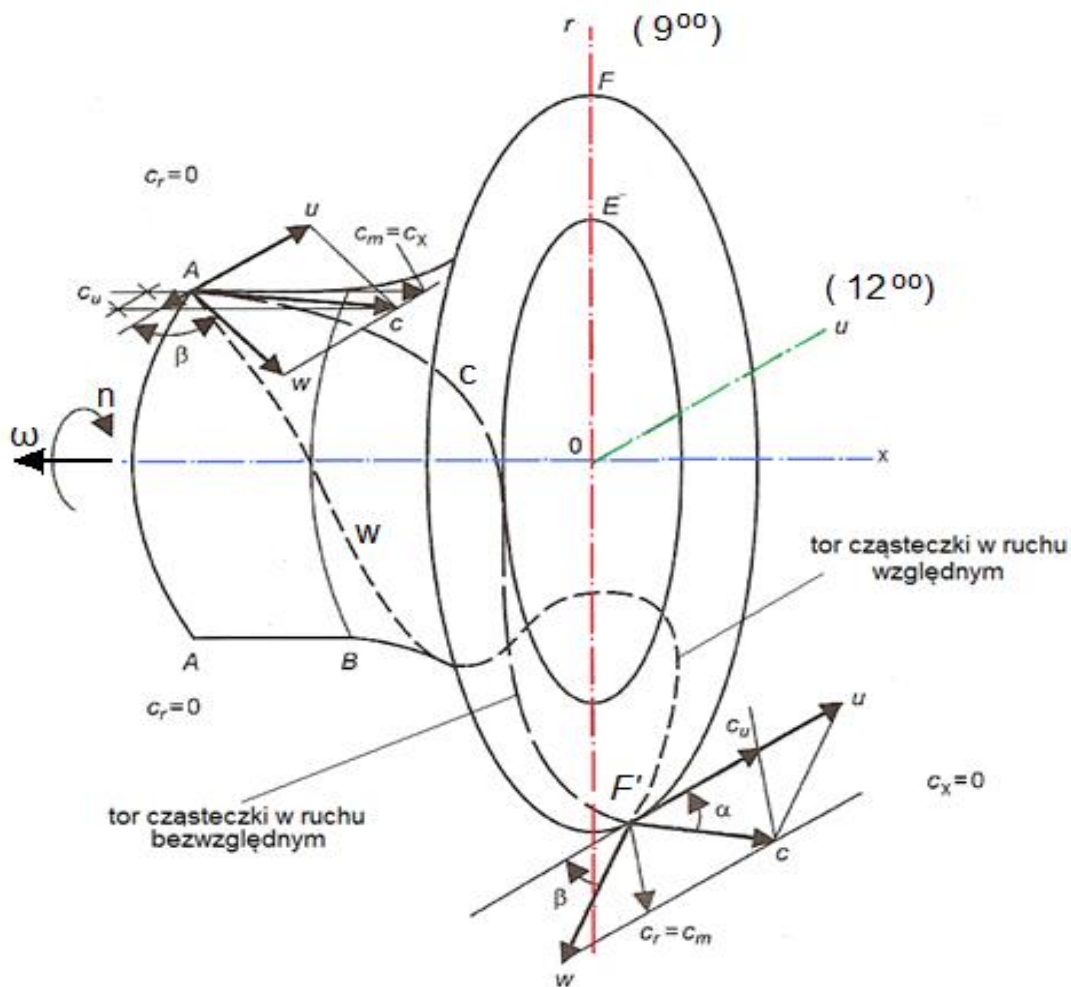


Wentylatory



Sprężarki

Elementy kinematyki przepływu przez wirnik promieniowy



- oś „x”** – składowa osiowa c_x ,
(włókno niebieskie TA)
- oś „y”** – składowa promieniowa c_r ,
(włókno czerwone TA)
- oś „z”** – składowa obwodowa c_u ,
(włókno zielone TA)

Powierzchnie prądu i składowe prędkości

Związki kinematyki przepływu z osiąganiami

Podstawowe zależności

$$\vec{c} = \vec{w} + \vec{\omega} \times \vec{r}$$

- Równanie Eulera :

$$l_{ut\infty} = u_2 \cdot c_{2u} - u_1 \cdot c_{1u}$$

- Spiętrzenie całkowite w wentylatorze:

$$\Delta p_{ut} = \mu \cdot \rho_{sr} \cdot l_{ut\infty}$$

- Wydatek objętościowy:

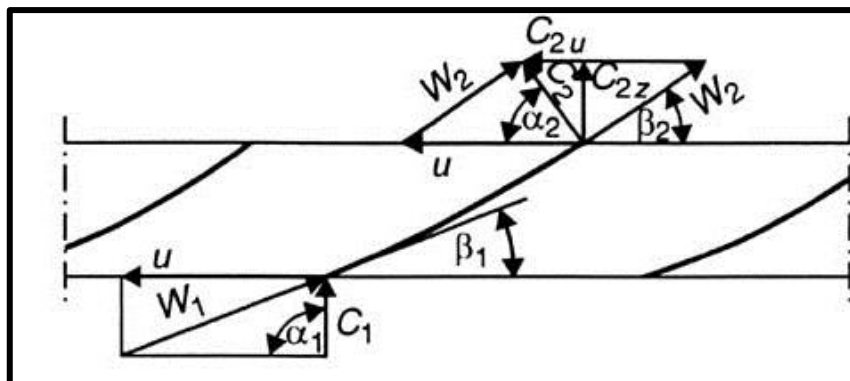
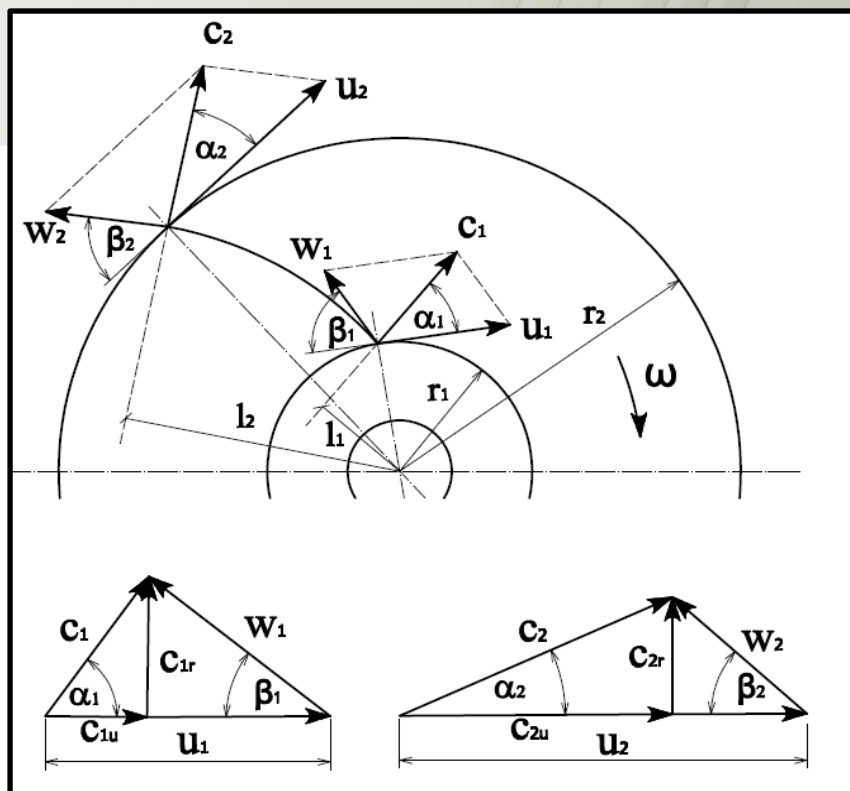
$$\dot{V} = c_{1r} \cdot A_1 \cdot \chi_1 = c_{2r} \cdot A_2 \cdot \chi_2$$

- Równanie stanu:

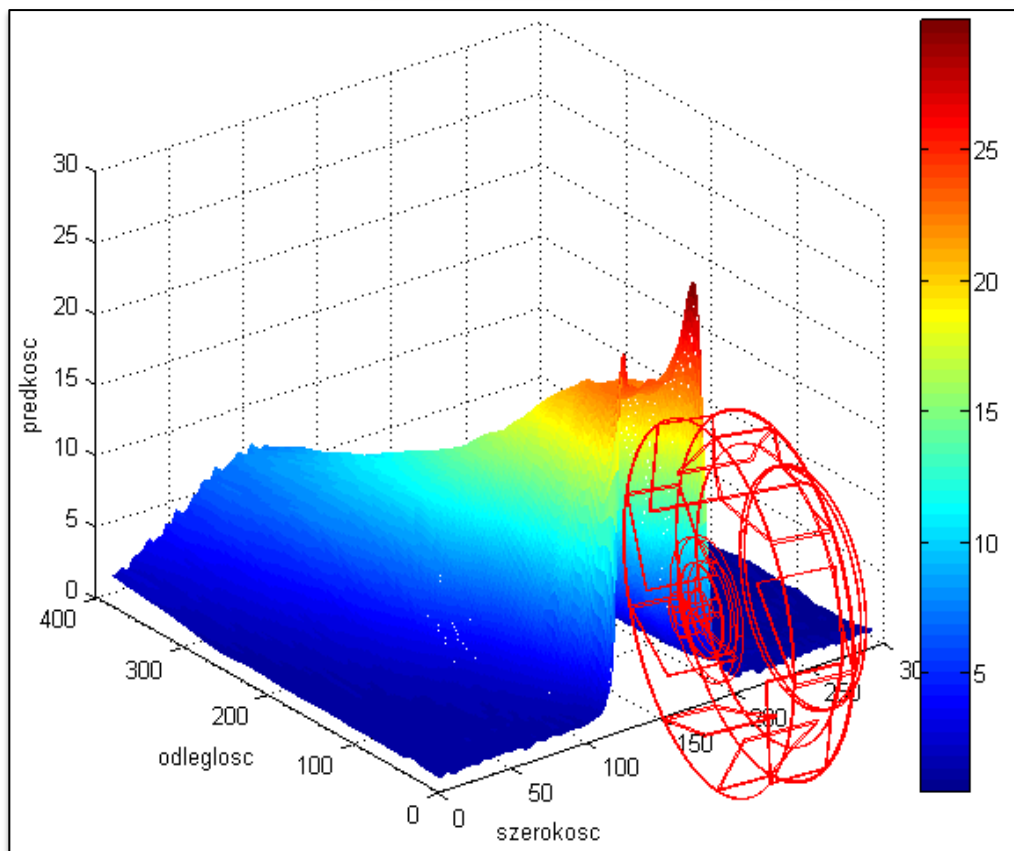
$$p = \rho R T$$

- Rozkład prędkości względnych w kierunku obwodowym:

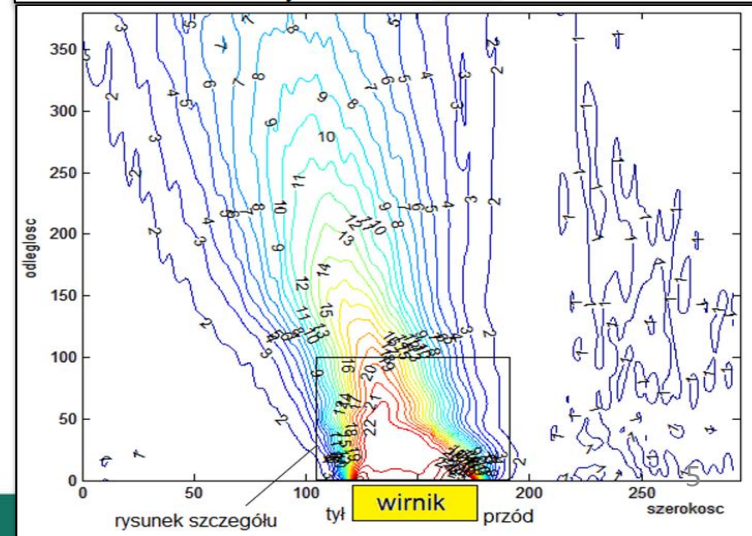
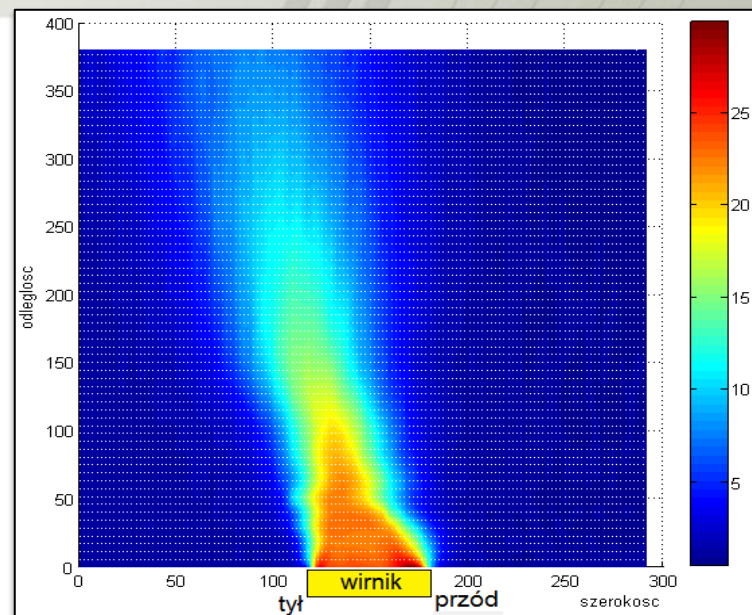
$$\frac{\partial w}{\partial n} \cong 2\omega - \frac{w}{R_k}$$



Opracowane wyniki pomiarów (publikacja [1,2])



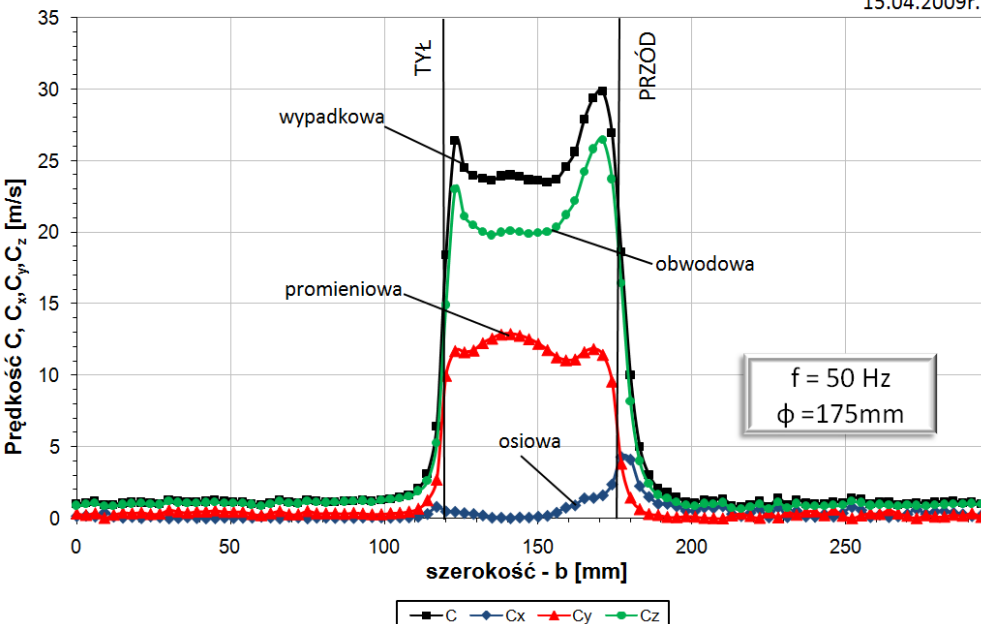
Rozkład prędkości bezwzględnej c [m/s] za wirnikiem pracującym w wolnej przestrzeni



Termoanemometria – przykładowe wyniki pomiarów

Seria nr 1 - 5 mm za wylotem z wirnika F2 bez obudowy.

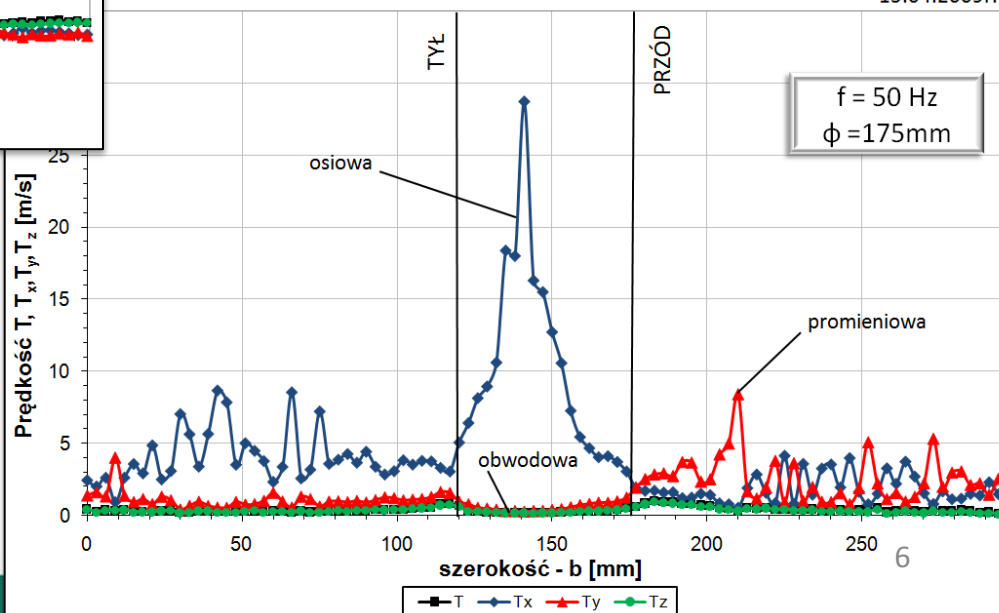
15.04.2009r.



*Rozkład prędkości za wirnikiem
(pracującym w wolnej przestrzeni)*

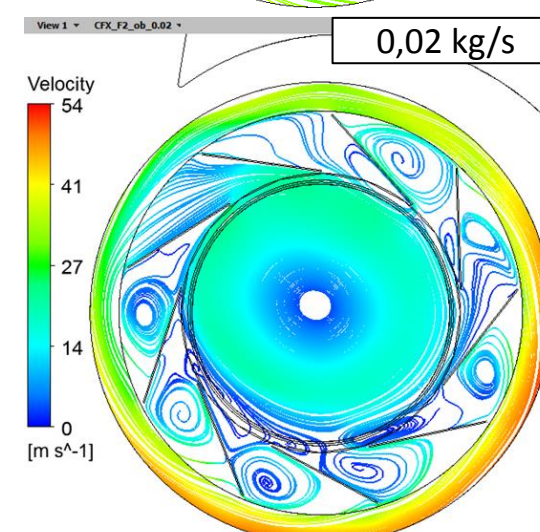
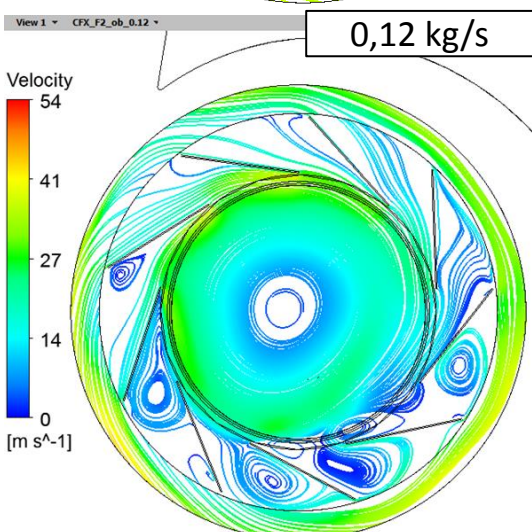
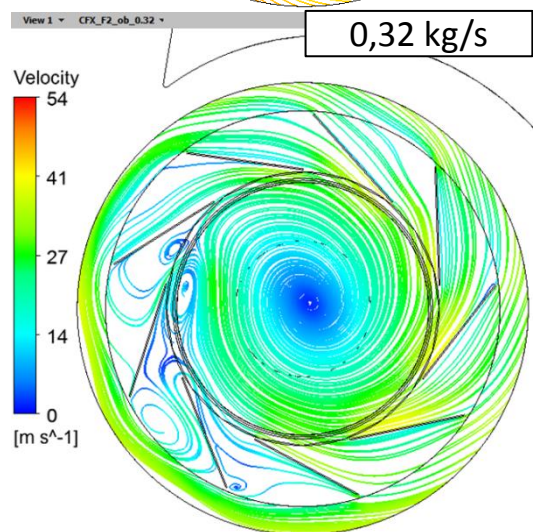
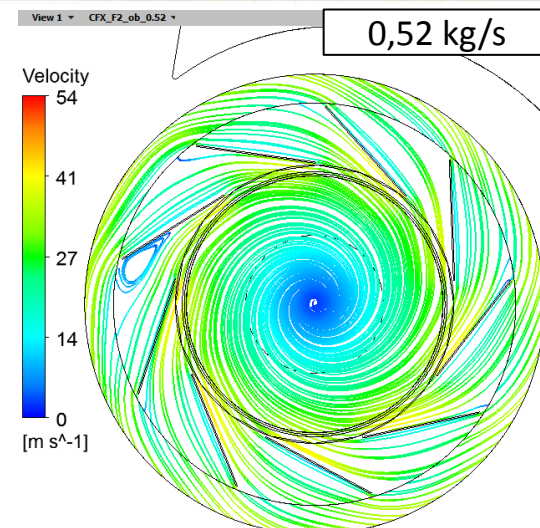
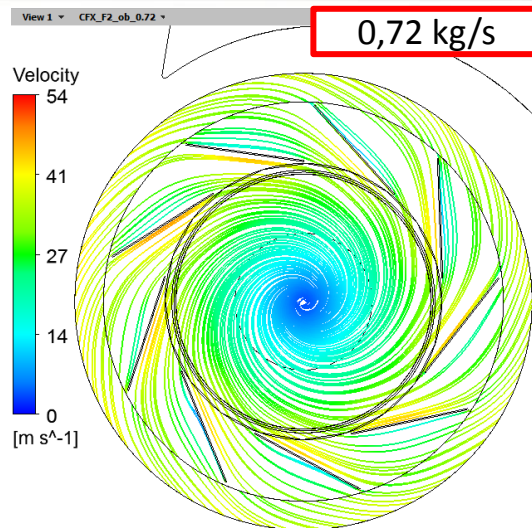
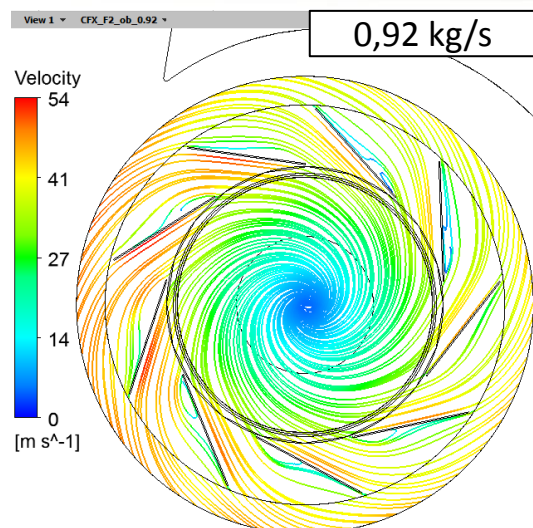
Seria nr 1 TURBULENCJE - 5 mm za wylotem z wirnika F2 bez obudowy.

15.04.2009r.



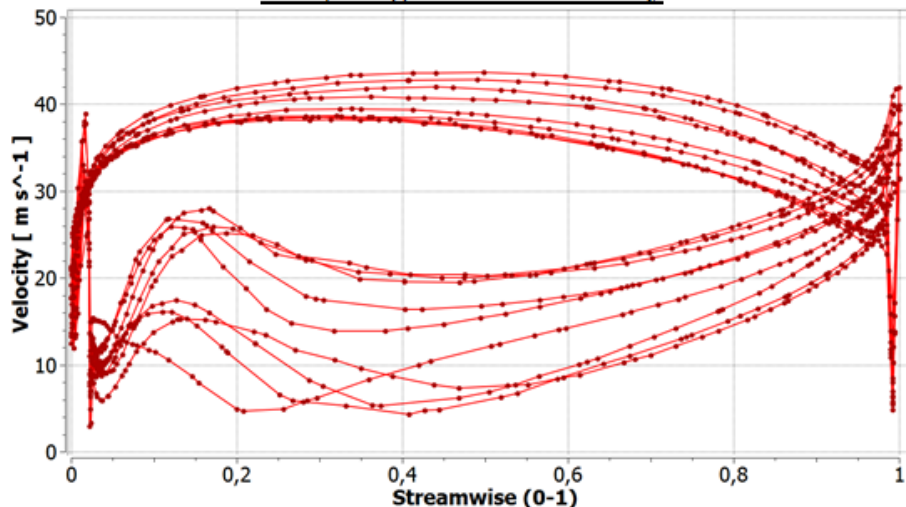
Rozkład turbulencji za wirnikiem

Struktury wirowe w wirniku (zmienny wydatek)

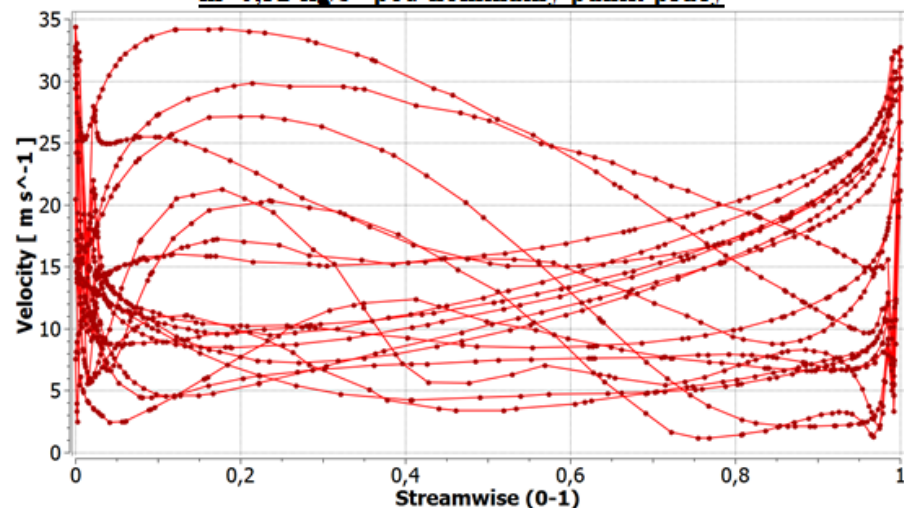


Rozkład prędkości względnej na łopatkach wirnika dla zmiennych warunków pracy (1/2 szerokości b_2)

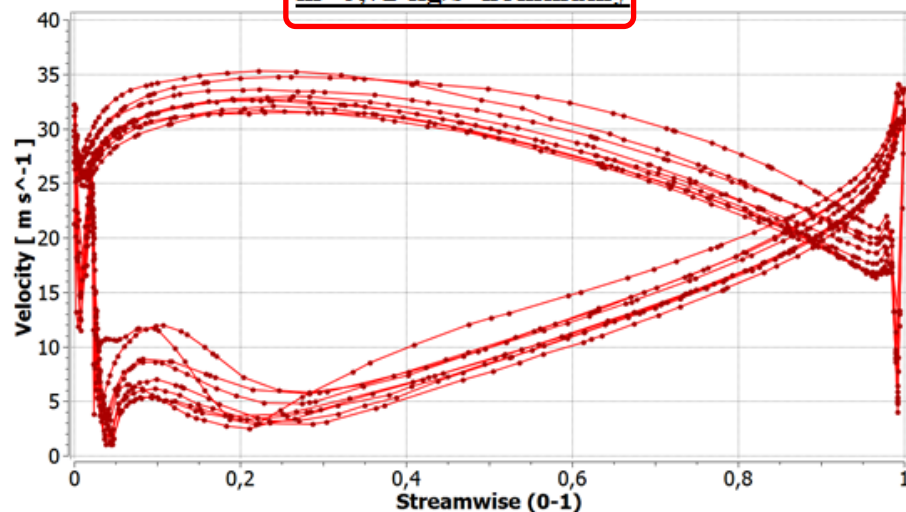
$m=0,92 \text{ kg/s}$ –nad nominalny



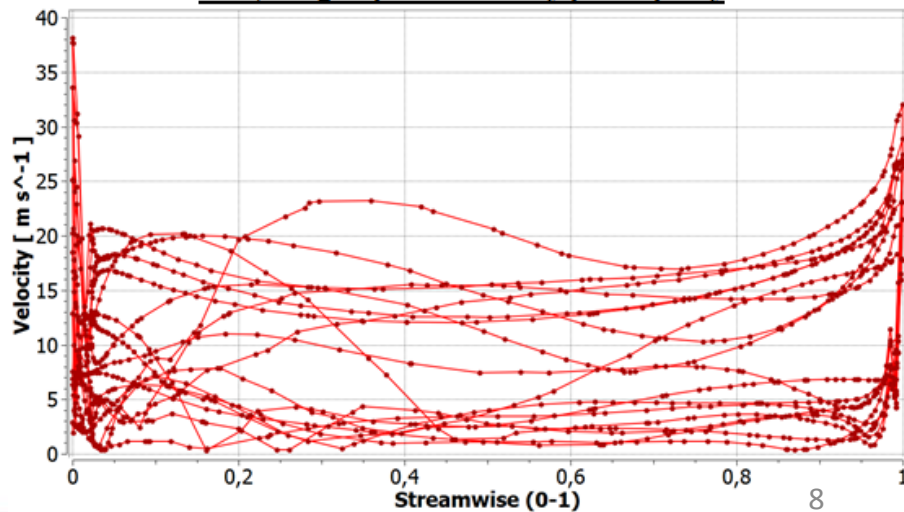
$m=0,32 \text{ kg/s}$ –pod nominalny punkt pracy



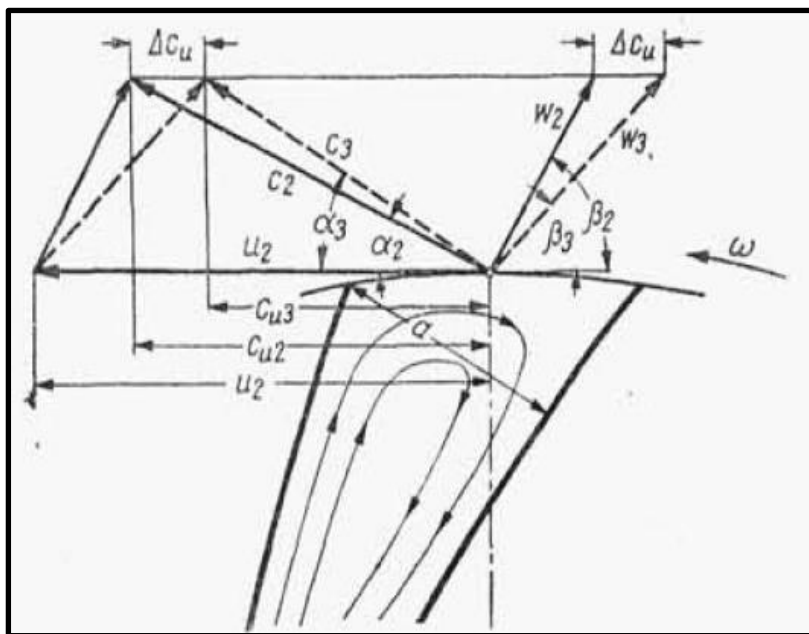
$m=0,72 \text{ kg/s}$ -nominalny



$m=0,12 \text{ kg/s}$ –pod nominalny punkt pracy



Współczynnik poślizgu



Definicja:

$$\mu = \frac{c_{u3}}{c_{u2}} = 1 - \frac{\Delta c_u}{c_{u2}}$$

Stodola:
$$\mu = 1 - \frac{(\pi/Z) \sin \beta_2}{1 - \varphi \operatorname{ctg} \beta_2}$$

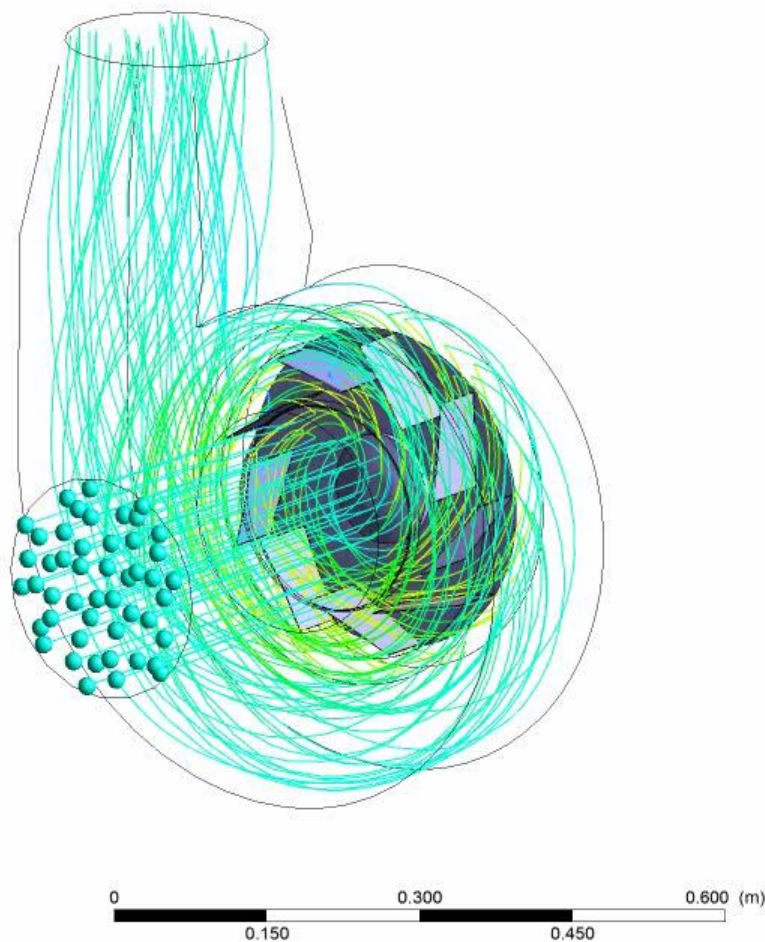
Stanitz:
$$\mu = 1 - \frac{0,63 \cdot \pi/Z}{1 - \varphi \operatorname{ctg} \beta_2}$$

Wiesner:
$$\mu = 1 - \frac{\sqrt{\sin \beta_2} / Z^{0,7}}{1 - \varphi \operatorname{ctg} \beta_2}$$

Eck:
$$\mu = \frac{1}{1 + \frac{\pi r_2^2 \cdot b_2 \cdot \sin \beta_2}{2Z \cdot S}}$$

Qiu:
$$\mu = 1 - \Delta \mu_{\text{radial}} - \Delta \mu_{\text{turn}} - \Delta \mu_{\text{passage}}$$

Dziękuję za uwagę !



Tomasz Siwek
siwek@agh.edu.pl

