Male vjetroelektrane
Optimiranje geometrije

Ivo Marinić-Kragić

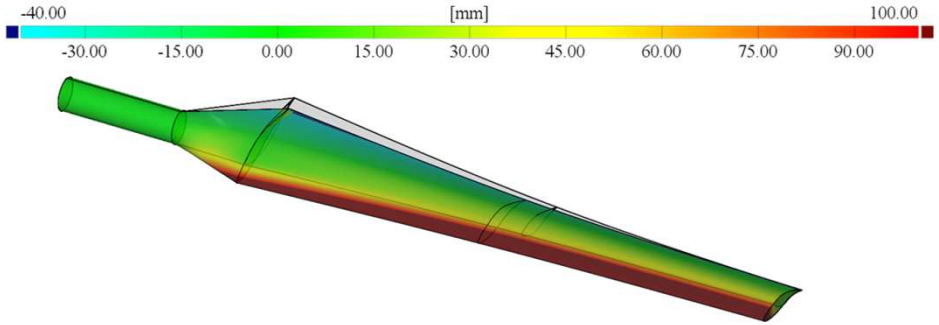
Split, Lipanj 2015.

Pregled prezentacije

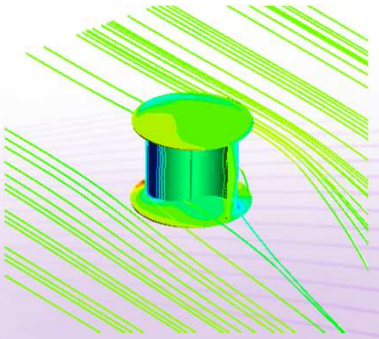
- Općenito o malim vjetroagregatima

Primjena, prednosti i trenutni problemi

- Stanje u Hrvatskoj
- Optimiranje rotora klasične vjetroturbine



- Vjetroturbina s vertikalnom osi – budući rad



Primjena malih vjetroagregata

- Uglavnom se koriste za napajanje izoliranih kuća ili sustava npr. mobilne stanice i sl.
- Snaga 200W do 20 kW, najčešće 1-5 kW
- Brzine vjetra od 3m/s čak do 50 m/s što nema kod velikih VT
- Hibridni sustavi – veća ujednačenost proizvodnje - solarna energija pogodnija za toplinsku energiju
- Moguće kombinacije s rasvjetnim stupovima , stupovi za punjenje automobila

Prednosti

- Distribuirana proizvodnja energije - nema gubitaka razvoda
- Energetska neovisnost - postoje nova naselja koja teže en. neovisnosti
- Estetika u odnosu na solarne panele

Problemi malih vjetroelektrana

- Uglavnom mali projekti bez pomoći države
- Fotonapon – postoje poticaji ali ne i za male vjetroagregate

npr. Njemačka – popularne male solarne elektrane i jednostavan proces dobivanja dozvole

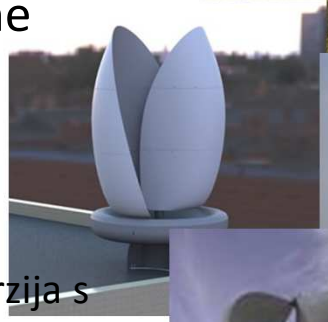
- Problem – zakonsko izjednačavanje malih s velikim vjetroelektranama
- Mali vjetroagregati još uvijek nisu zastupljeni iako su najčešće povoljnije rješenje od fotonaponskih modula
- Za instalaciju u urbanim i naseljenim područjima zapravo tek traže svoj put na tržištu (otvorena mogućnost razvoja)

Stanje u Hrvatskoj

- Trenutno se ne potiče ugradnja malih vjetroagregata
- Teško ishođenje dozvola – izjednačavanje s velikim sustavima
- Zabrana postavljanja u zaštičenom obalnom pojasu (veliki vjetro potencijal)
- Preduvjet masovnijem korištenju – poticanje ugradnje
- Mali vjetroagregati mogu biti oku ugodna i učinkovita rješenja za primorske gradove

Vrste i komercijalne izvedbe

- Glavne konstrukcijske smjernici – horizontalna i vertikalna os vrtnje – prednosti i nedostaci – efikasnost, buka i estetika.
- Mali vjetroagregati dizajnirani za urbane sredine:
  - Wind Tulip i Wind Lotus 3,5 do 5 kW
  - Qr5 do 6,5 kW
  - LT 200/3 dd tvrtke AES
  - Aeroturbine je serija 1 do 2,5 kW, hibridna verzija s fotonaponima
  - IR Wind Power 5-10 kW
  - RevolutionAir 0,4-1 kW
  - UGE vjetroagregati 0,6-4 kW

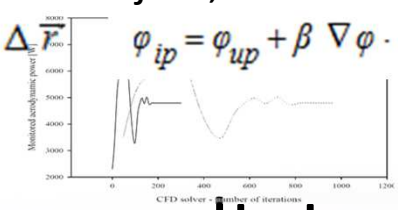


Optimiranje rotora vjetroturbine

- CFD – Za optimiranje
- Računska domena
- Postavke rješavanja

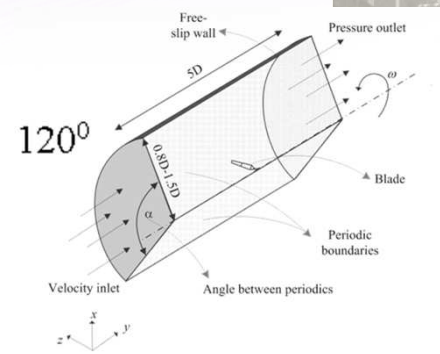
Ustaljeno strujanje
SST k-ω, *y*+=1
Diskretizacijska shema, turbulentni članovi 1. red, advekcijski , viši red

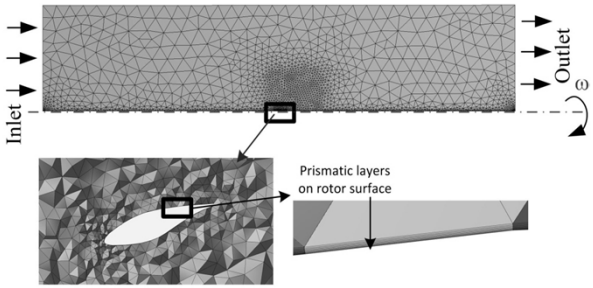
$$\varphi_{ip} = \varphi_{up} + \beta \ \nabla\varphi \cdot \Delta\vec{r} \qquad \varphi_{ip} = \varphi_{up} + \beta \ \nabla\varphi \cdot \Delta\vec{r}$$

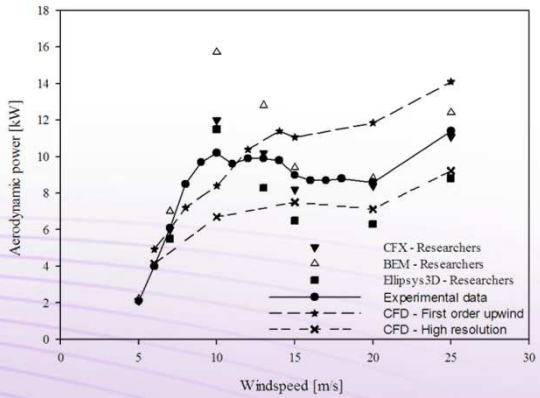


Podrelaksacija

- Evaluacija rezultata

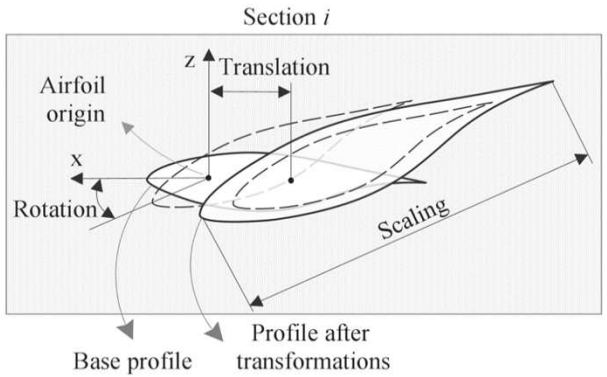






Optimiranje rotora vjetroturbine

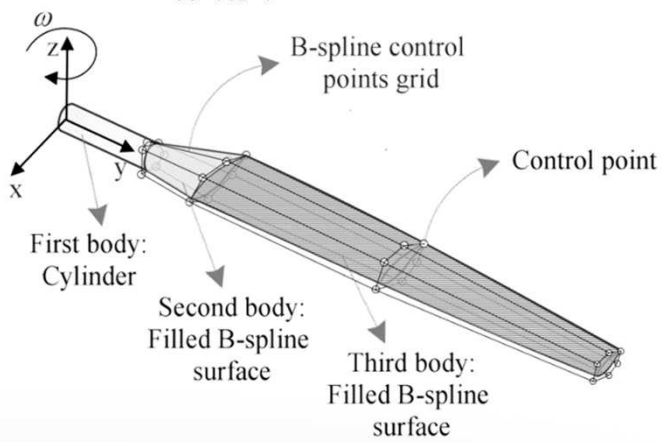
- Varijante parametrizacije

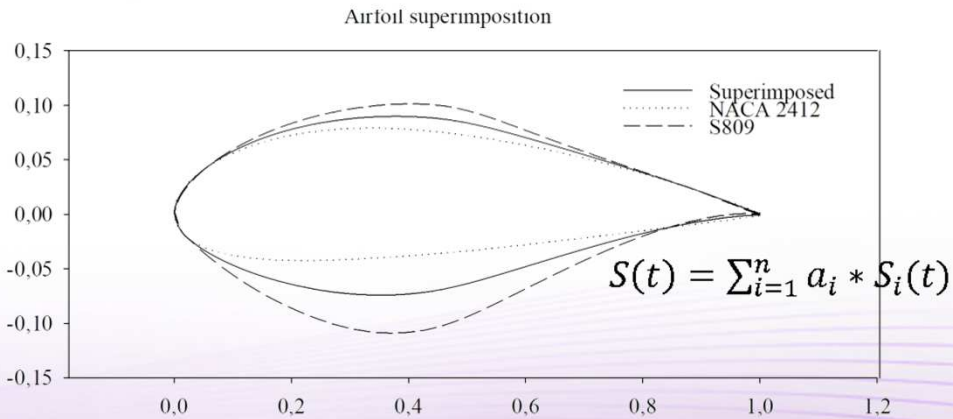


$$\mathbf{P}(t) = \sum_{i=0}^{n} N_{i,d}(t) \cdot \mathbf{Q}_i$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha & 0 & 0 \\ \sin\alpha & \cos\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}(u,v) = \sum_{i0=0}^{n0} \sum_{i1=0}^{n1} N_{i0,d0}(u) \cdot N_{i1,d1}(v) \cdot \mathbf{Q}_{i0i1}$$

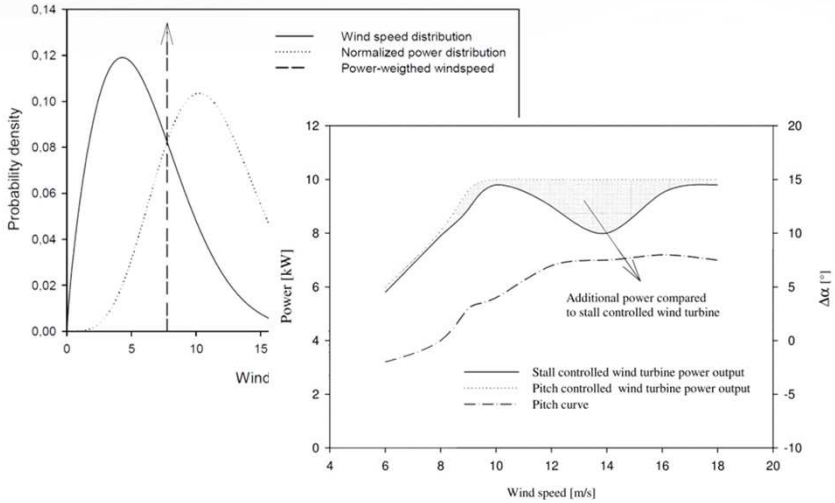




$$S(t) = \sum_{i=1}^{n} a_i * S_i(t)$$

Optimiranje rotora vjetroturbine

- Režimi optimizacije
- Radni tok
- Statističke veličine

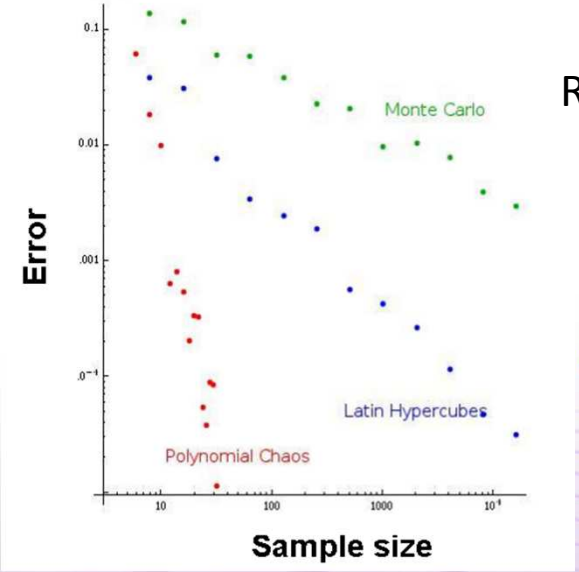


Potreban veliki broj simulacija:
Monte-Carlo

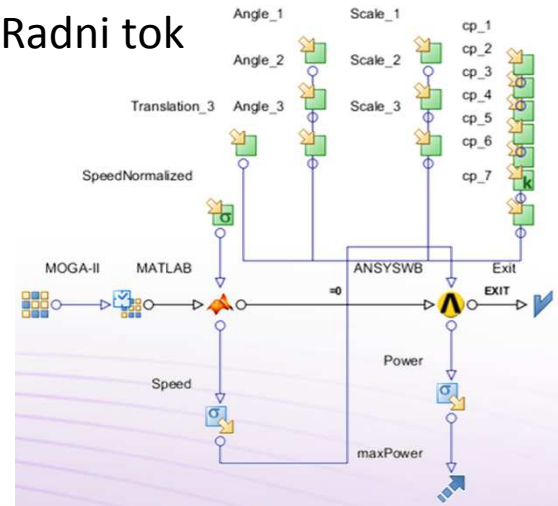
$$\langle s_Y \rangle = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} y^{(j)}$$

Točnost $\frac{1}{\sqrt{N}}$

Latin hiperkocka
Polinom Kaos

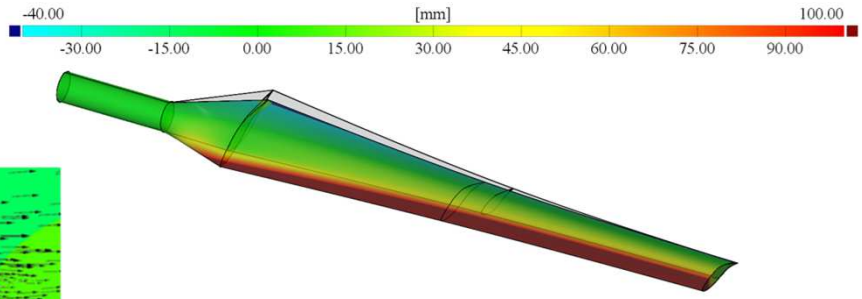


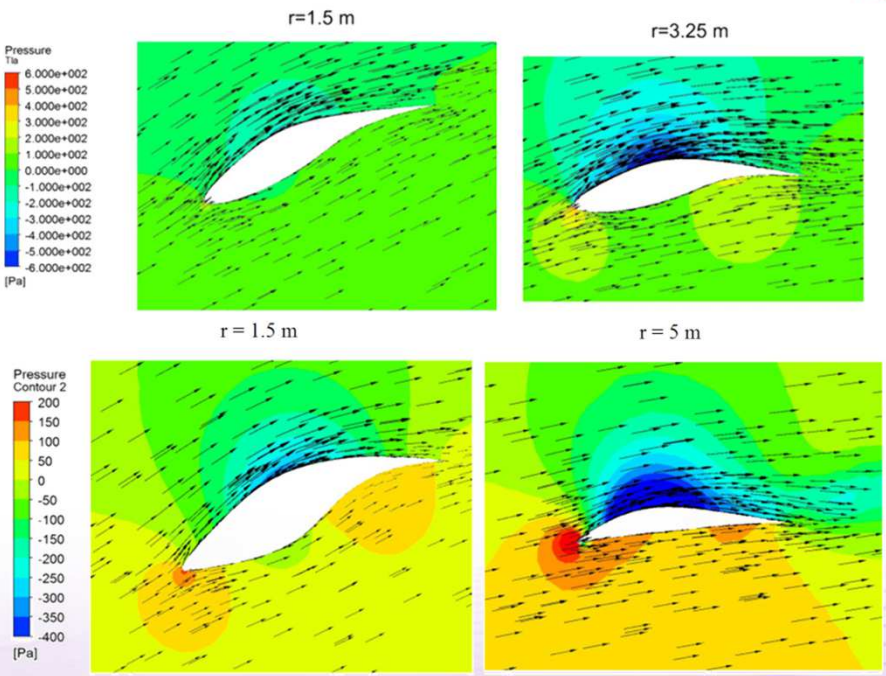
Radni tok

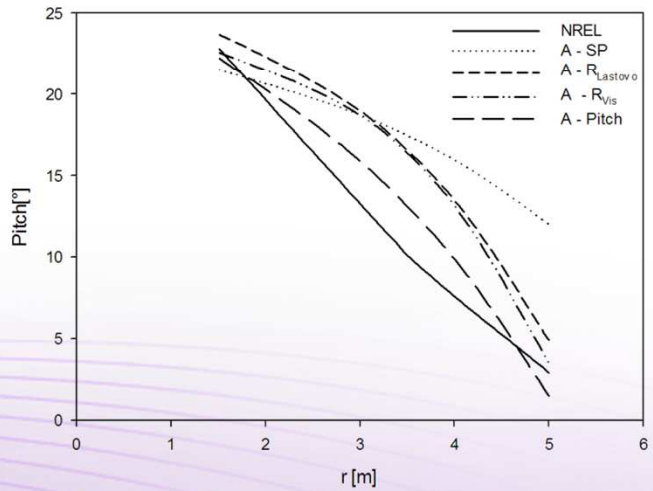


Optimiranje rotora vjetroturbine

- Režimi/varijante optimizacije
- Rezultati

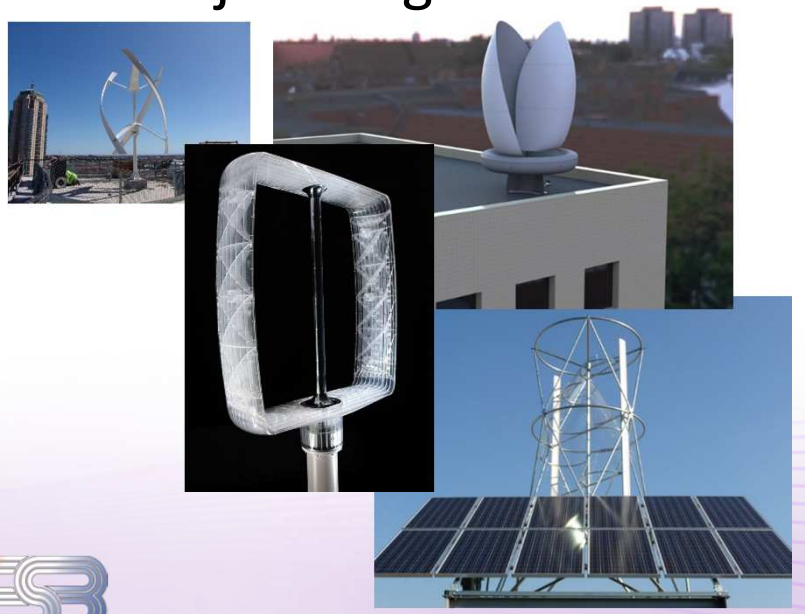


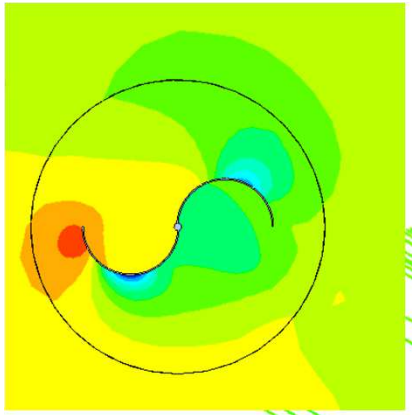


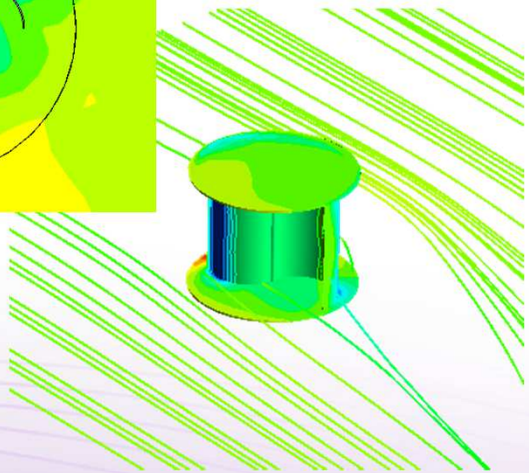


Budući rad – v.t. s vertikalnom osi

- CFD – prilagođavanje tranzientne simulacije za optimizaciju
- Parametrizacija – potreban mali broj parametara
- Kriterij buke
- Brojne moguće izvedbe







Hvala na pažnji!

Pitanja???